2025
C 语言笔记

C-NOTE

编 辑 人：梁垲东

修 订 号：NOTE-250215

目录

DAY_1　Hello,world!

●一、Hello,world!

➢代码实现参考 hello,world.c

```c
//引入头文件,如果不写,后面的 printf,编译时会引起报警
//stdio.h 代表输入输出头文件,拓展名.h 的文件叫做头文件
#include <stdio.h>

//main 代表主函数,C 语言程序的入口,有且仅有 1 个,不能是其他名字
int main()
{   //左括号和右括号是对应的,括号中叫函数体,里面可以写多条语句
    printf("Hello, world!\n");
    //printf 代表打印的意思,能在屏幕上输出要显示的内容,是个库函数可以直接调用
    //\n 代表换行,表示输出完之后换行显示
    printf("Welcome to Beijing.\n");
    printf("It's a beautiful day.\n");
    return 0; //返回了一个 0,对应了 main 函数前面的 int
}
```

DAY_2　GCC 编译

方法一:gcc first.c -Wall

①gcc 是 C 语言编译器
②first.c 是文件名,就是我们要编译的 C 程序
③-Wall 是 gcc 的选项,这样编译时尽可能的多显示警告信息
　　该命令会在当前目录下生成一个默认的执行文件
　　a.out 如果 a.out 已经存在了,会覆盖之前的文件
➢代码实现参考 first.c

```c
//引入头文件,如果不写,后面的 printf,编译时会引起报警
//stdio.h 代表输入输出头文件,拓展名.h 的文件叫做头文件
#include <stdio.h>

//main 代表主函数,C 语言程序的入口,有且仅有 1 个,不能是其他名字
int main()
{   //左括号和右括号是对应的,括号中叫函数体,里面可以写多条语句
    printf("Hello, world!\n");
    //printf 代表打印的意思,能在屏幕上输出要显示的内容,是个库函数可以直接调用
    //\n 代表换行,表示输出完之后换行显示
    printf("Welcome to Beijing.\n");
    printf("It's a beautiful day.\n");
    return 0; //返回了一个 0,对应了 main 函数前面的 int
}
```

方式二:gcc first.c -o first -Wall
①这种方式,可以自行指定执行文件的名字
②该示例中,执行文件的名字为 first
③这样做的好处是多个 c 文件存在时,编译用默认名字
　　a.out,会覆盖之前的,实际执行的是最后一次编译生成的执行文件

DAY_3　C 语言的标准 C99 对 C89 的改变

一、for 语句内的变量声明

C89:不允许 for 语句内出现变量声明,须事先定义.如:for(int i = 0; i < 10; i++)　不允许

C99:允许 for 语句内出现变量声明.

注意编译选项:　-std=c89　　-std=c99

➢代码实现参考 for_demo.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int len = 10;
    for (int i = 0; i < len; i++)
    {
        printf("%d",i);
    }
    printf("\n");
    return 0;
}
```

二、对数组的增强,可变长数组

C89:规定数组不能是变量,必须是固定的整数.

C99:规定数组可以是变量.

如: gcc array.c -Wall -std=c89 编译不报错

gcc array.c -Wall -pedantic-errors -std=c89　编译报错

-pedantic 使得 gcc 编译器拒绝所有的 GUN C 扩展,遇到扩展报警

-pendantic-errors 选项使得编译器遇到扩展时报编译失败的错误

➢代码实现参考 array.c

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
    int len = 10;
    int a[len];
    int i;
    a[0] = 100;
    for(i = 0;i < len; i++)
    {
        a[i] = i + 1;
```

```
        printf("%d",a[i]);
    }
    putchar('\n');
    return 0;
}
```

三、查看当前环境的 C 标准

命令行输入命令: man gcc,在帮助手册中搜索 std (-std 是代表 c 标准),n 是下一个

gnu18 是 ISO C17 的 GUN 定制版,这是 gcc 默认的 C 标准,C17 标准,2018 年 12 月发布的

√gcc array,c -Wall

√gcc array.c -Wall -std=gnu18

DAY_4　数值数据的表示 数码、基、位权、数值

一、数码

表示数的符号

十进制的 0　1　2　3　4　5　6　7　8　9

八进制的 0　1　2　3　4　5　6　7

二进制的 0　1

二、基

数码的个数

十进制数码个数为 10

八进制数码个数为 8

二进制数码个数为 2

三、位权(权)

每个数码所表示的数值等于该数码乘以一个与该数码所在位置相关的常数(这个常数叫位权)

123　=100+2*10+3*1

=1*10^2+2*10^1+3*10^0

一个数码处在不同位置上所代表的值不同,比如数字 3 在个位数位置上表示 3,十位数位置表示 30,在百位数上表示 300

位权的大小是以基数为底、数码所在位置的序号为指数的整数次幂

四、数制

数制就是计数方法(逢几进一,借一当几

二进制(Binary)　八进制(Octonary)

十进制(Decimal)　十六进制(Hexadecimal)

常用的进制对照表

数制	十进制	二进制	八进制	十六进制
数码	0~9	0~1	0~7	0~9，A~F，a~f
基	10	2	8	16
权	$10^0, 10^1, 10^2, \ldots$	$2^0, 2^1, 2^2, \ldots$	$8^0, 8^1, 8^2, \ldots$	$16^0, 16^1, 16^2, \ldots$
特点	逢十进一	逢二进一	逢八进一	逢十六进一

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7

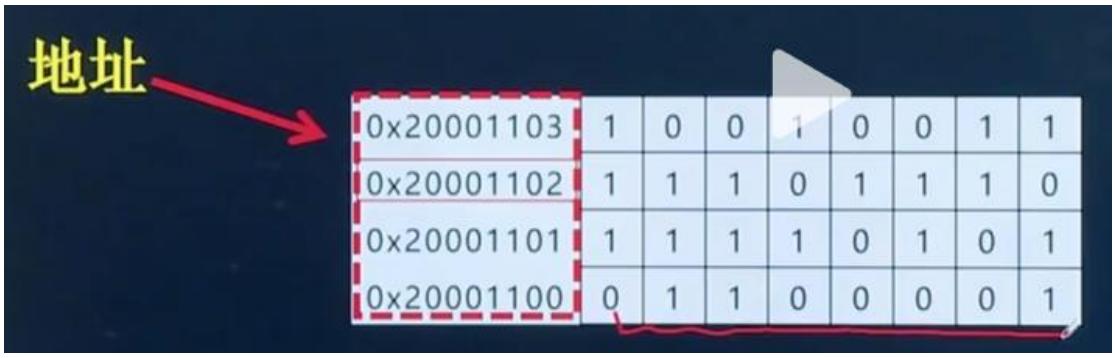
DAY_5　为什么引入数据类型

一、为什么要引入数据类型
为了解决生活中的问题,需要用到数据类型:

比如:

年　　龄(岁):	25	int
身高(厘米):	175.5	float
性别(M,W):	M	char

计算机中每个字节都有一个地址(类似门牌号)
CPU 通过地址来访问这个字节的空间



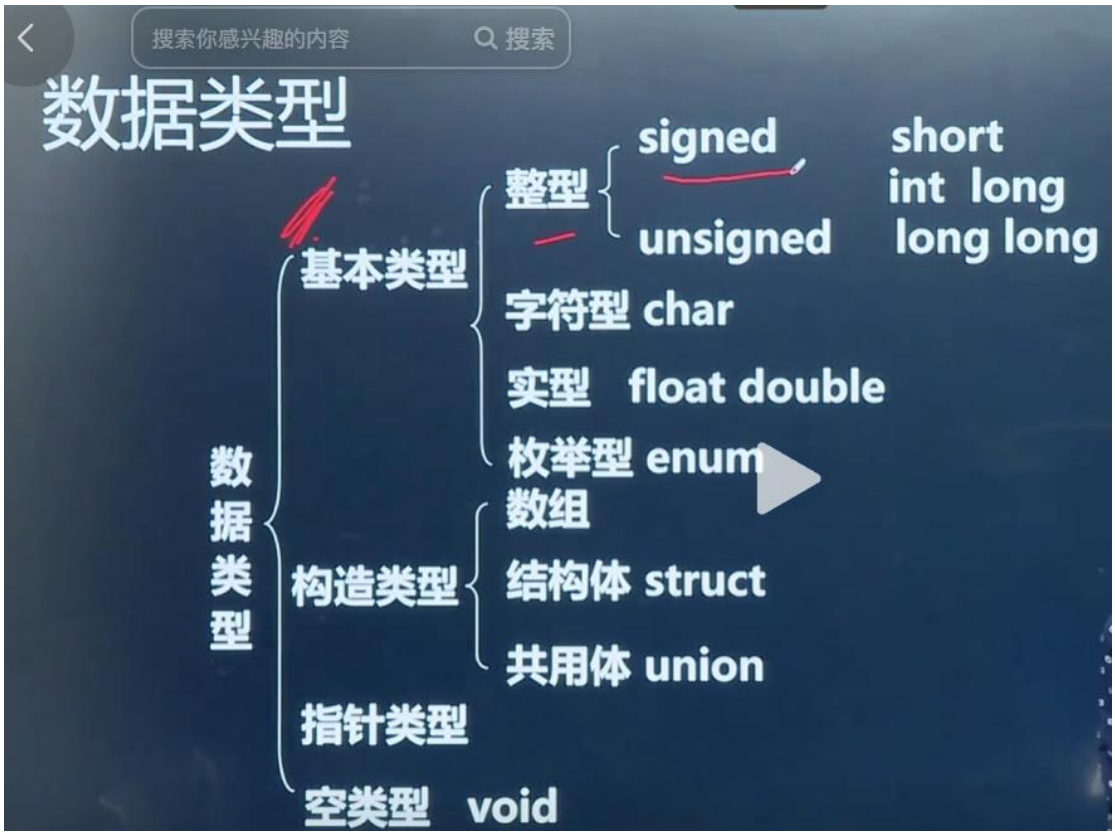
对于计算机系统,二进制的 0 和 1 数据没有任何意义
为了更接近现实生活,人为的规定了数据类型,便于有效组织管理这些数据

施加 int 类型后,代表数值-290800982
施加 unsigned int 类型,代表数值 4004166314

二、数据类型
➢代码实现参考 datatype.c

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
    int a = 0XEEAABAAA;
    printf("a = %#x %d\n", a, a);
    unsigned int b = 0XEEAABAAA;
    printf("b = %#x %u\n", b, b);
    return 0;
}
```

三、数据类型分类


搜索你感兴趣的内容
搜索
数据类型
数据类型
基本类型
整型
signed
unsigned
short
int long
long long
字符型 char
实型 float double
枚举型 enum
构造类型
数组
结构体 struct
共用体 union
指针类型
空类型 void

DAY_6　整型-数据类型

一、请你列出至少 5 种数据类型,能存整数?

编号	数据类型	字节	取值范围
①	char	1	-128~127
②	unsigned char	1	0~255
③	short	2	-32768~32767
④	unsigned short	2	0~65535
⑤	int	4	-2147483648~2147483647
⑥	unsigned int	4	0~4294967295
⑦	long	4(32 位系统)、8(64 位系统)	
⑧	unsigned long	4(8)	
⑨	long long	8	-9223372036854775808~9223372036854775807
⑩	unsigned long long	8	0~18446744073709551615

二、在 C 语言中,如何编程得到每个整型的数据范围?整型的取值范围

➢代码实现参考 limit_test.c

●在 linux 中, /usr/include/limits.h 文件中,有数据类型范围的定义

```c
#include<stdio.h>
#include<limits.h>  //linux 中的范围定义头文件
int main()
{
    printf("char:%d~%d\n",SCHAR_MIN,SCHAR_MAX);
    printf("short:%d~%d\n",SHRT_MIN,SHRT_MAX);
    printf("int:%d~%d\n",INT_MIN,INT_MAX);
    printf("long:%ld~%ld\n",LONG_MIN,LONG_MAX);      //%ld 表示 long 型变量输出
    printf("long long:%lld~%lld\n",LLONG_MIN,LLONG_MAX);     //%lld 表示 long long 型变量输出
    return 0;
}
```

三、C 语言中,如何获取某个数据类型所占用的空间数?sizeof 运算符

●sizeof 是 C 语言中保留关键字,也是单目运算符.能获取某个数据类型所占用空间的字节数.

●使用形式:sizeof(变量名称)或者 sizeof 变量名或者 sizeof(数据类型)

●sizeof 返回值默认为无符号长整

```
int a;
sizeof(a)      // √建议
sizeof a       // √
sizeof(int)    // √建议
sizeof int     //×
```

➢代码实现参考 datatype2.c

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
    printf("char:%ld\n",sizeof(char));  //sizeof 返回值默认为无符号长整
    printf("short:%ld\n",sizeof(short));    //%ld 表示长整型
    printf("int:%ld\n",sizeof(int));       //当然也可以是%lu,表示无符号长整型
    printf("long:%ld\n",sizeof(long));
    printf("long long:%ld\n",sizeof(long long));
    return 0;
}
```

- 注意:linux 下输入命令,查看系统架构命令:uname -m
- 显示 x86_64,为 64 位操作系统,则 long 与 long long 的占用的空间数为 8;若为 32 位系统,则为 4

DAY_7 变量的作用和用法

一、变量的作用

●计算机中每一个字节的存储空间都有对应的地址,可以通过地址对其访问,进行读写操作.

0X200000000

●若需要内存中存储一个整数 58,怎么实现呢?

单片机逻辑开发,地址可以被直接赋值;但在 linux 下,由于不确定该地址是否被占用,不能直接赋值,存在段错误.

●C 语言设计了变量的概念,变量用来在程序中保存数据

比如:int val = 58;//声明一个 int 型变量 val, CPU 为 val 分配 4 个字节,可以存储数值 58

●C 语言提供了直接操作地址的功能,通过指针来访问某个地址空间,读写数据,后面再讲

二、变量的用法

●变量的定义格式

√关键字类型 变量名; int a;

√关键字类型 变量名 1, 变量名 2, ...; int a, b;

●变量初始化赋值,要使用赋值运算符=,可以初始化时赋值,也可以初始化后单独赋值:

√类型关键字 变量名 = 数值; int a = 20;

√类型关键字 变量名 1 = 数值, 变量名 2 = 数值, ...; int a = 10, b =20;

●表示将"="右边的值赋给左边的变量

三、变量的注意事项

●变量名的要求:

1.变量名以字母、数字、下划线组成;

2.变量名不能以数字、下划线开头;

3.变量名不能是关键字;

4.变量名不能包括空格、标点符合、和类型说明符.

```
int num_1 = 5;      //正确
int sum = 0;        //正确
int 1_num = 5;      //错误 不能数字开头
int %age = 18;      //错误 不能有类型说明符(% & ! # @ $)
int while = 23;     //错误 while 是 C 语言关键字
int name age = 10;  //错误 不能有空格
```

●变量必须先定义再使用

```
a = 100;      //错误
int a;
```

●变量在参与运算前,需要对其初始化:

```
int a;
int b;
b = a;        //不会出现编译错误,但是存在运行风险,因为 a 的数值不确定
```

四、变量的拓展

●下面三点,后续课程会深入讲解

①变量的存储类型

auto

extern

register

static

②局部变量和全局变量

③变量的作用范围

➢代码实现参考 DAY_7_test.c

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
//    *(int *)0X20000400 = 58;  // This line will cause a segmentation fault
    int a = 58;
    a = a + 1;
    int b, c;
    b = 10;
    c = 20;
    return 0;
}
```

DAY_8　字符型-数据类型

一、计算机如何处理字符

●计算机存储数据是 0,1 二进制数据

●计算机存储字符数据,也需要把字符数据按照特定的编码格式转换成二进制数据进行存储

二、ASCII 码(0-255 共 256)

●字符数据在机器内也被变换成二进制编码的格式

●国际上普遍采用的一种编码是美国国家信息交换标准代码,简称为 ASCII 码

在 linux 中,输入命令 man ASCII,查看对应的 ASCII 码

✓第一部分由 00H 到 1FH 共 32 个,一般用来通讯或作为控制之用,有些字符可显示于屏幕,有些则无法显示在屏幕上

✓第二部分由 20H 到 7FH 共 96 个,这 96 个字符是用来表示阿拉伯数字、英文字母大小写和底线、括号等符号,都可以显示在屏幕上

✓第三部分由 80H 到 0FFH 共 128 个字符,一般称为[扩充字符],这 128 个扩充字符是由 IBM 制定的,并非标准的 ASCII 码.这些字符是用来表示框线、音标和其他欧洲非英语系的字母

三、字符型数据

数据类型	字节	取值范围
char	1	-128~127
unsigned char	1	0~255

●定义格式:

char c1 = ‘A’;

char c2 = ‘a’;

char c3 = 66;

注意字符常量要用单引号括起来,也可以用字符对应的 ASCII 码值进行赋值;

printf 对应的格式符是%c;

➢代码实现参考 char1.c char2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    char c1 = 'A';
    char c2 = 'B';
    char c3 = 'a';
    char c4 = 'b';
    char c5 = ' ';
    char c6 = '\n';
```

```
    char c7 = '0';
    char c8 = '1';
    char c9 = 97;
    printf("%c-%d\n", c1, c1);
    printf("%c-%d\n", c2, c2);
    printf("%c-%d\n", c3, c3);
    printf("%c-%d\n", c4, c4);
    printf("%c-%d\n", c5, c5);
    printf("%c-%d\n", c6, c6);
    printf("%c-%d\n", c7, c7);
    printf("%c-%d\n", c8, c8);
    printf("%c-%d\n", c9, c9);
    return 0;
}
```

四、大小写字母的转换

●大写字母转小写字母 +32

●小写字母转大写字母 -32

➢代码实现参考 char3.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    char c1 = 'A';
    char c2 = 'a';
    printf("%d-%c\n", c1 + 32, c1 + 32); //大写转小写
    printf("%d-%c\n", c2 - 32, c2 - 32); //小写转大写
    return 0;
}
```

➢代码实现参考 char4.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 3;
    char c1 = a + 48;
    char c2 = '2';
    int b = c2 - 48;
    printf("%d-%c\n", c1, c1);
    printf("%d\n", b);
    return 0;
}
```

DAY_9　浮点型-数据类型 浮点型-存储

一、浮点型

●浮点型:用于存储小数,即数学中的实数

类型	关键字	长度	精确位数
单精度	float	4字节	6位
双精度	double	8字节	15-16位
长精度（C99新增）	long double	看编译器	精度不少于double的精度

➢代码实现参考 float_demo.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
/*
*    float
*    double
*    long double
*/
    printf("float: %lu\n",sizeof(float));
    printf("double: %lu\n",sizeof(double));
    printf("long double: %lu\n",sizeof(long double));
    return 0;
}
```

二、浮点数的表示形式

●浮点数　　指数形式

0.008　　8E-3

8000　　8E+3

➢代码实现参考 float_demo2.c

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    float f1 = 0.008;
    float f2 = 8E-3;
    float f3 = 8000;
    float f4 = 8E+3;
    printf("f1 = %f\n f2 = %f\n f3 = %f\n f4 = %f\n", f1, f2, f3,
f4);
    return 0;
}
```

三、浮点型精度

●%.30f　表示小数点后要凑够三十位,f 代表浮点型;若不够 30 位,按照默认单精度 6 位,后面的数据皆不准确

●%lf　是 double 的格式说明符

●%Lf　是 long double 的格式说明符

●代码实现参考

●绝大多数的浮点数是不能精确表示的

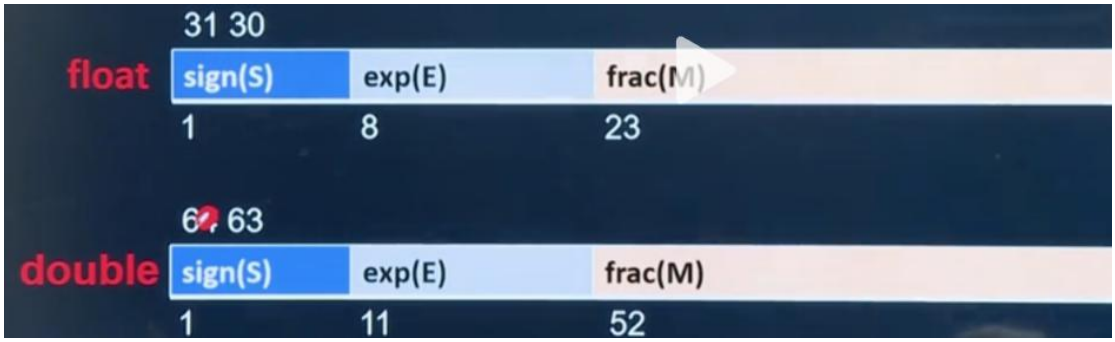
➢代码实现参考 float_demo3.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float a = 1.12345678901234567890;
    double b = 1.12345678901234567890;
    long double c = 1.12345678901234567890;
    printf("float = [%.30f]\n", a);
    printf("double = [%.30lf]\n", b);
    printf("long double = [%.30Lf]\n", c);
    return 0;
}
```

四、IEEE754:计算机浮点数格式标准

●f = (-1)^s*M*2^E

S:符号(0 为正 1 为负) E:指数 M:尾数(有效位数)



五、IEEE-754 标准规定(略)

●举例:浮点数 float 9.625 在内存中的存储

●https://www.h-schmidt.net/FloatConverter/IEEE754.html

●https://baseconvert.com/ieee-754-floating-point

用来对应转换

➢代码实现参考 float_demo4.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float f = 9.625;
    printf("%#x\n", *(int *)&f); // %#x 以十六进制输出 十六进制格式说明符
    return 0;
}
```

六、浮点型相关测试

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float f1 = 2.2;
    if (f1 == 2.2){
        printf("f1 == 2.2\n");
    }else{
        printf("f1 != 2.2\n");
    }

    float f2 = 2.2;     //代表 f2 是个浮点型的常数
    if (f2 == 2.2f){
        printf("f2 == 2.2f\n");
    }else{
        printf("f2 != 2.2f\n");
```

```
    }

    float f3 = 2.25;     //代表 f2 是个浮点型的常数
    if (f3 == 2.25){
        printf("f3 == 2.25\n");
    }else{
        printf("f3 != 2.25\n");
    }
    return 0;
}
```

●提示:根据 IEEE-754 标准思考是否相等

答案:　　f1 != 2.2　　f2 == 2.2f　　f3 == 2.25

●对于 f1:浮点数常数默认是 double 类型,2.2 是不能精确表示的,float 类型的 2.2 和 double 类型的 2.2 是不相等的,所以不等于 2.2

●对于 f2:float 类型添加常熟数值 f,所以 2.2f 是 float 类型,所以 f2 等于 2.2f

●对于 f3:2.25 是可以精确表示的 float,float 类型的 2.25 和 double 类型的 2.25 是相等的,所以 f3 等于 2.25

➢代码实现参考 demo_compare.c(代码同上)

DAY_10　bool、void 类型

一、思考

C 语言有 bool 类型吗?

_Bool 类型是什么?

二、_Bool 类型-基础类型

●从 C99 标准开始,增加了关键字_Bool 用来表示布尔类型.

✓只能取值为 1 或 0

✓非零值为真(1),代表条件成立

✓零为假,代表条件不成立

✓占用的空间是 1 个字节,使用二进制的第 0 位来表示 0 和 1

➢代码实现参考_Bool.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    _Bool a = -1;
    printf("%d\n", a);
    if (a) {
        printf("true:%d\n", a);
    }
    else {
        printf("false:%d\n", a);
    }
    printf("%ld\n", sizeof(_Bool));
    return 0;
}
```

●C99 中增加了一个头文件 stdbool.h 并在其中定义了 bool、ture 和 false

/usr/lib/gcc/x86_64-linux-gnu/11/include/stdbool.h

#define fool　_Bool

#define ture　1

#define false　0

➢代码实现参考 bool.c

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

int main()
{
    bool a = -1;
    printf("%d\n", a);
```

```
    if (a) {
        printf("true:%d\n", a);
    }
    else {
        printf("false:%d\n", a);
    }
    printf("%ld\n", sizeof(bool));
    return 0;
}
```

●bool 数据类型的数值只有 1 和 0 两种,对应 true(真)和 false(假)
转换规则:任何非零数值转换为 bool 类型都为 1

➢代码实现参考 bool_test.c

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

int main()
{
    bool f = false; //#define false 0
    printf("f = %d\n", f);
    f--;    //a = a - 1 此时 f = -1, 输出为 1
    printf("f = %d\n", f);
    f--;    //a = a - 1 此时 f = 0, 输出为 0
    printf("f = %d\n", f);
    f--;    //a = a - 1 此时 f = -1, 输出为 1
    printf("f = %d\n", f);
    return 0;
}
```

三、void 类型(了解)

●该类型也叫缺省值,代表没有类型.

●它通常用作一种占位符,或用来表示”无返回值”的函数,或指向任一类型的指针等

四、void 类型的用法

●定义不返回任何值的函数

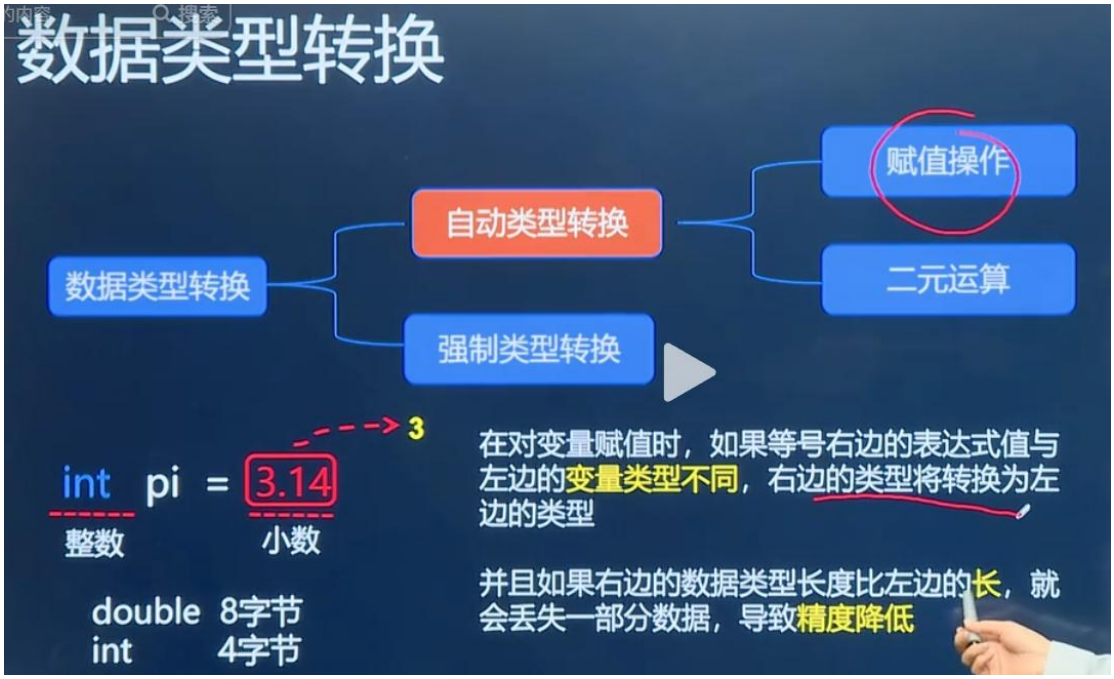
```
void printfHelloWorld()
{
    printf(“HelloWorld!”);
}
```

●通用指针类型

void *指针类型通常称为通用指针类型.这种指针可以指向任何类型的数据.

DAY_11　强制类型转换

一、数据类型转换



二、自动类型转换

●赋值操作

➢代码实现参考 type_conertion1.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int pi = 3.14;
    double a = 100;
    printf("%d\n", pi);
    printf("%lf\n", a);
    return 0;
}
```

a 的小数部分被舍弃了,b 没有精度损失

●在不同的数据类型之间进行二元运算时,也会发生隐士的自动类型转换

●如果参与运算的变量类型不同,会先转换成同一类型再进行运算

➢代码实现参考 type_conertion2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    char ch = 'A';
```

```
    int a = 1000;
    printf("%d\n", ch + a);
    return 0;
}
```

●如果运算时发生类型转换,就会按数据长度增加的方向进行,从而保证精度不降低

●并且所有浮点数参与的运算都以双精度进行,即使表达式中只有 float,也会先转为 double 再进行计算

三、隐式自动类型转换

●隐式自动类型转换是编译器根据代码上下文自行判断的结果

➢代码实现参考 type_conertion3.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    //char ch = 'A';
    int a = 1000;
    double f;
    f = a * 0.3;
    //printf("%d\n", ch + a);
    printf("f = %lf\n", f);
    return 0;
}
```

四、强制类型转换

●为了确保类型转换按照开发者期望的方式进行,可以明确设置类型转换的方式,这就是强制类型转换

●强制类型转换是一种运算符,在需要转换的表达式前添加小括号括起来的新类型名称

(type_name)expression

新类型名称　表达式

➢代码实现参考 type_conertion4.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 200;
```

```
    double b = 4.5;
    double c = 3.9;
    printf("%f\n", (float)a);   //int to float
    printf("%d\n", (int)(b + c));  //double to int
    return 0;
}
```

●有时,为了得到正确的结果,必须要使用强制类型转换

●示例:要求变量 c 可以保留 2 个小数位

int a = 100;

int b = 3;

double c;

c = a / b;

➢代码实现参考 type_conertion5.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 100;
    int b = 3;
    double c;
    double d;
    c = a / b; //这里由于 a,b 为 int,因此相除结果取整数为 33,转换为 double 后输出结果为 33.00,false
    d = (double)a / b;    //强制类型转换 a/b 的结果
    printf("%.2lf\n", c);
    printf("%.2lf\n", d);    //输出结果为 33.33
    printf("%.2lf\n", (double)a / b);  //输出结果为 33.33
    printf("%.2lf\n", (double)a / (double)b); //输出结果为 33.33
    printf("%.2lf\n", (double)(a / b)); //输出结果为 33.00,只 double 了 a
    return 0;
}
```

DAY_12　运算符

一、算术运算符

●C 语言提供算术运算符:+, -, *, /, %, ++,如下:float/double 不能取余

运算符	功能说明	举 例
+	加, 一目取正	a+b
-	减,一目取负	a-b
*	乘法	a*b
/	除法	a/b
%	取模或求余	a%b
++	增 1	a++, ++b
--	减 1	a--,--b

●整型变量算术运算

➢代码实现参考 ope.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 15, b = 8, c;
    c = a + b;
    printf("c = %d\n", c);
    c = a - b;
    printf("c = %d\n", c);
    c = a * b;
    printf("c = %d\n", c);
    c = a / b;
    printf("c = %d\n", c);
    c = a % b;
    printf("c = %d\n", c);
    return 0;
}
```

●浮点型变量算术运算

➢代码实现参考 ope2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float a = 15, b = 8, c;
    c = a + b;
    printf("c = %f\n", c);
    c = a - b;
    printf("c = %f\n", c);
    c = a * b;
    printf("c = %f\n", c);
    c = a / b;
    printf("c = %f\n", c);
//    c = a % b;
//    printf("c = %f\n", c);
    return 0;
}
```

●注意,对于浮点数不能取余

二、关系运算符

●C 语言的关系运算符如下:

运算符	功能说明	举 例
>	大于	a>b
>=	大于等于	a>=5
<	小于	3<x
<=	小于等于	x<=y+1
==	等于	x+1==0
!=	不等于	c != '\0'

例如

int a = 5, b = 6;

a > (b - 1)　　结果值为 0

(a + 1) == b　　结果值为 1

a >= (b - 2)　　结果值为 1

a < 100　　结果值为 1

(a + 3) <= b　　结果值为 0

a != (b - 1)　　结果值为 0

三、逻辑运算符

●c 语言的逻辑运算符如下:

运算符	功能说明	举例
!	逻辑反	!(x==0)
&&	逻辑与	x>0 && x<100
||	逻辑或	y<10 || x<10

●逻辑非“!”运算符的运算律如下:

运算量	结果
1	0
0	1

例如,

```
int k = 8;
! (k == 0)          结果为 1
! ((k - 8) == 0)    结果为 0
! (k <= 0)          结果为 1
```

➢代码实现参考 ope3.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 8, b = 7;
//    if (!(a - b) == 7){   //对(a - b)取反,依旧不满足,false
    if (!((a - b) == 7)){   //对(a - b) == 7 取反,满足,true
        printf("True\n");
    } else {
        printf("False\n");
    }
    return 0;
}
```

●逻辑与 ”&&” 运算符的运算规律如下:短路特性-逢 0 截止

左运算量	右运算量	结果
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

例如

```
int x = 5, y = 18;
(x >= 5) && (y < 20)              结果值为 1
((x + 1) >= 0) && (y < 17)        结果值为 0
((x - 8) >= 0) && (y == 18)       结果值为 0
((x - 5) > 0) && (y != 18)        结果值为 0
```

●逻辑或 ”||” 运算符的运算规律如下:短路特性-逢 1 截止

左运算量	右运算量	结果
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

例如

```
int x = 5, y = 18;
(x >= 5) || (y < 20)              结果值为 1
((x + 1) >= 0) || (y < 17)        结果值为 1
((x - 8) >= 0) || (y == 18)       结果值为 1
((x - 5) > 0) || (y != 18)        结果值为 0
```

四、位运算符

●C 语言的位运算符如下:

运算符	功能说明	举 例
~	位逻辑反	~a
&	位逻辑与	a&b
|	位逻辑或	a|b
^	位逻辑异或	a^b
>>	右移位	a<<1
<<	左移位	b>>4

●位逻辑取反“~”运算符的运算规律如下:

例如:

unsigned char x = 0x17, y;

y = ~x;

printf(“%#x\n”, y);　　x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀.

➢代码实现参考 bit1.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 0x17, y;
    y = ~x;
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x\n", y);
    return 0;
}
```

●位逻辑与“&”运算符的运算规律如下:

左运算量的位值	右运算量的位值	位与结果值
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

例如:

unsigned char x = 0126, y = 0xac, z;

z = x & y;

printf(“%#x\n”, z);　　x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀.

➢代码实现参考 bit2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 0126, y = 0xac, z;
    z = x & y;
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x\n", z);
    return 0;
}
```

●位逻辑或“|”运算符的运算规律如下:

左运算量的位值	右运算量的位值	位或结果值
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

例如:

unsigned char x = 076, y = 0x89, z;

z = x | y;

printf(“%#x\n”, z);　　x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀.

x | y 位逻辑或运算：

左运算量	0	0	1	1	1	1	1	0
右运算量	1	0	0	0	1	0	0	1
| 结 果	1	0	1	1	1	1	1	1

z 赋值结果为：0xbf

➢代码实现参考 bit3.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 076, y = 0x89, z;
    z = x | y;
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x\n", z);
    return 0;
}
```

●位逻辑异或“^”运算符的运算规律如下:

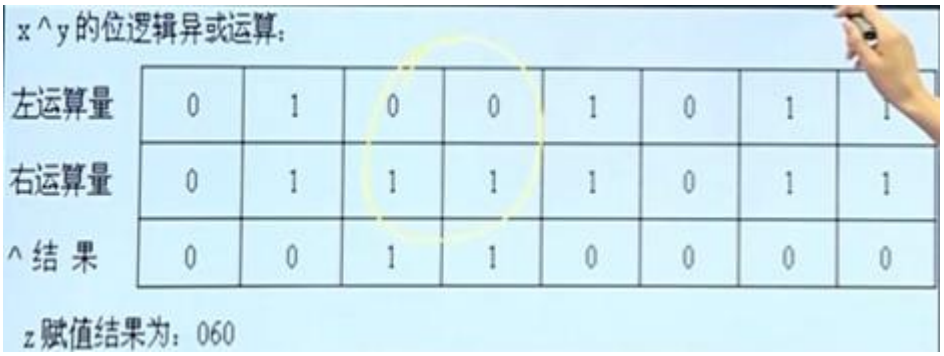
左运算量的位值	右运算量的位值	位异或结果值
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

例如:

unsigned char x = 75, y = 0173, z;

z = x ^ y;

printf(“%#x\n”, z);　　x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀.



➢代码实现参考 bit4.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 75, y = 0173, z;
    z = x ^ y;
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x\n", z);
    return 0;
}
```

●位移位运算的一般形式:

<运算量><运算符><表达式>其中:

<运算量>必须为整型结果数值;

<运算符>为左移位(<<) 或 右移位(>>)

<表达式>也必须为整型结果数值。

例如:

unsigned char a = 0xe4, b;

b = a << 3;

printf(“%#x\n”, b);　　x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀.

➢代码实现参考 bit5.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
```

```
{
    unsigned char a = 0xe4, b;
    b = a << 3;
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x\n", b);
    return 0;
}
```

●如何把一个无符号数的某位快速置 1?

例如:

x = 0x4 y =2 第 2 位置 1,用或|运算, 0 或 0 还是 0 保持原来的数字, 0 或 1 实现置 1

00000100

00000010

00000110

①令 1 左移 1 位即可得到 00000010, 即 1 << (y - 1)

②得到的结果,使 x = x | (1 << (y - 1))即可

➢代码实现参考 bit6.c

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 0x4, y = 2;
    /* 要使得第 2 位快速置 1,用|运算置 1 */
    x = x | (1 << (y - 1));
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x %#x\n", x, y);
    return 0;
}
```

●如何把一个无符号数的某位快速清零?

例如:

x = 0x14 y =3 第 3 位清零,用或&运算, 0 与 1 为 0 保持原来数字, 1 与 0 实现清 0,

00010100

11111011

00010000

要获得 11111011, 不妨先获得取反数 00000100, 该数取反后就得到 11111011.

①令 1 左移 2 位即可得到 00000100, 即 1 << (y - 1)

②将左移数取反得到 11111011, 即(~(1 << (y - 1)))

③得到的结果,使 x = x | (~(1 << (y - 1)))即可

➢代码实现参考 bit7.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    unsigned char x = 0x14, y = 3;
    /* 要使得第 3 位快速清零,&运算清 0 */
    x = x & (~(1 << (y - 1)));
    /* x 代表是 16 进制, #代表打印这个结果的时候自动加上 0x 前缀. */
    printf("%#x %#x\n", x, y);
    return 0;
}
```

●如何利用位运算把一个十进制数转化成一个十制数?

➢代码实现参考 bit8.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 65, b = 0;
    /* a 的 16 进制为 0x41 */
    printf("%#x %d\n", a, a);

    /*
    * b = a / 16
    * b 对 a 进行 16 位进制运算取整,商 4
    * a 左移 4,得到后四位的 16 进制为 4
    */
    b = a >> 4;
    printf("%#x %d\n", b, b);

    /*
    * b = a % 16;
    * b 对 a 进行 16 位进制运算求余,余 1
    * 得到的余数即为后 4 位,
    * 前四位清 0,后四位保留.
    * 用&运算,前四位 0000,后四位 1111,
    * 00001111 在 16 进制位为 f.
    */
    b = a & 0xf;
    printf("%#x %d\n", b, b);
    return 0;
}
```

五、赋值运算符

●赋值复合运算符

赋值运算符为“=”，其运算的一般形式如下:

<左值表达式> = <右值表达式>

赋值复合运算符其运算的一般形式如下:

<变量><操作符> = <表达式>

C 语言的赋值复合运算符如下:

运算符	功能说明	示例
+=	加赋值复合运算符	a+=b　等价于 a=a+b
-=	减赋值复合运算符	a-=b　等价于 a=a-b
*=	乘法赋值复合运算符	a*=b　等价于 a=a*b
/=	除法赋值复合运算符	a/=b　等价于 a=a/b
%=	求余赋值复合运算符	a%=b　等价于 a=a%b
&=	位与赋值复合运算符	a&=b　等价于 a=a&b
|=	位或赋值复合运算符	a|=b　等价于 a=a|b
^=	位异或赋值复合运算符	a^=b　等价于 a=a^b
>>=	位右移赋值复合运算符	a>>=b　等价于 a=a>>b
<<=	位左移赋值复合运算符	a<<=b　等价于 a=a<<b

➢代码实现参考 assigndemo.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int n = 0, sum = 0;
    while (n++ < 100) {
        sum += n;
    }
    printf("sum = %d\n", sum);
    return 0;
}
```

六、特殊运算符

●条件运算符”?”: 是三目运算符,其运算的一般形式是:

<表达式 1> ? <表达式 2> : <表达式 3>

类似于 if (<表达式 1>) {

<表达式 2>;

} else {

<表达式 3>;

}

例如:

int x= 82, y = 101;

x >= y ? x + 18 : y - 100　　//运算结果为 1

x < (y - 11) ? x - 22 : y - 1　//运算结果为 0

➢代码实现如下

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   int x = 70, y = 10;
   y = x++ > 70 ? x + y : 5;  //此处先对 x 是否大于 70 做判断,然后 x 依旧要自增
   printf("x = %d y = %d\n", x, y); //结果为 x = 71 y = 5

   x = 70, y = 10;
   y = ++x > 70 ? x + y : 5;//此处先对 x 自增,然后判断是否大于 70
   printf("x = %d y = %d\n", x, y); //结果为 x = 71 y = 81
   return 0;
}
```

●逗号运算符

执行顺序为从左到右,最后的表达式的值会赋给最左边

float x = 10.5, y = 1.8, z =0;

z = (x += 5, y = x+0.2); //x = 15.5, y = 15.7,最后得到 z = 15.7

z = (x = y = 5, x += 1);

z = (x = 5, y = 6, x + y);

z = (z = 8, x = 5, y = 3);

七、C 运算符的优先级

优先级	运算符及其含义	结合规律
1	[ ]　( )　.　->　后缀++　后缀--	从左向右
2	前缀++　前缀--　sizeof　&　*　+　-　~　!	从右向左
3	强制类型转换	从右向左
4	*　/　%（算术乘除）	从左向右
5	+　-（算术加减）	从左向右
6	<<　>>（位移位）	从左向右
7	<　<=　>　>=	从左向右
8	==　!=	从左向右
9	&（位逻辑与）	从左向右
10	^（位逻辑异或）	从左向右
11	|（位逻辑或）	从左向右
12	&&	从左向右
13	||	从左向右
14	? :	从右向左
15	=　*=　/=　%=　+=　-=　<<=　>>=　&=　^=　|=	从右向左
16	,	从左向右

DAY_13 使用 vi 编辑器

●vi 是 Linux 中最基本的编辑器,但编辑器在系统管理,服务器配置工作中永远都是无可替代的。

一、vi 的三种模式

●命令行模式

用户在用 vi 编辑文件时，最初进入的为该模式。可以进行复制、粘贴等操作。

●插入模式

进行文件编辑，按 ESC 键可以回到命令行模式。

●底行模式

光标位于屏幕的底行。可以进行文件的保存、查找、替换、列出行号等。

二、vi 模式切换命令

命令	功能
i(Insert)	进入插入模式在 光标当前位置 之前 插入文本
a(Append)	进入插入模式在 光标当前位置 之后 插入文本
o(Open)	进入插入模式在 当前行的下一行 开始插入新文本
I	进入插入模式在 行首 插入文本
A	进入插入模式在 行尾 插入文本
O	进入插入模式在 当前行的上一行 开始插入新文本
:! Command	在 vi 中执行外部命令 Command,按回车键可回到 vi 继续工作

三、vi 保存和退出命令

命令	功能
:q	(Quit)退出没有修改的文件（若文件被修改而没有保存，则此命令无效）
:q!	强制退出，且不保存修改过的部分
:w	(Write)保存文件，但不退出 类似于随手保存 ctrl+s
:x	(Exit)保存文件并退出 类似于:wq
:x File	另存为 File 给出的文件名，不退出
:r File	这个命令用于将指定文件的内容插入当前文件中

四、vi 拷贝与粘贴命令

命令	功能
[N]x	(Expurgate)删除从光标位置开始的连续 n 个字符（并复制到编辑缓冲区）
[N]dd	(Delete)删除从光标位置开始的连续 n 行（并复制到编辑缓冲区）
[N]yy	(Yank)复制从光标位置开始的连续 n 行到编辑缓冲区
p 或 P	(Put)从编辑缓冲区复制文本到当前光标（即粘贴）
u	(Undo)取消上一次操作（即撤销）

五、vi 光标命令

命令	功能
h	方向键，向左移动光标一个字符的位置，相当于键“←”
j	方向键，向下移动光标到下一行的位置，相当于键“↓”
k	方向键，向上移动光标到上一行的位置，相当于键“↑”
l	方向键，向右移动光标一个字符的位置，相当于键“→”
:N	移动光标到第 N 行（N 待定）
1G	移动光标到文件的第 1 行
G	移动光标到文件的最后一行
:set number	设置显示行号
:set	取消显示行号

六、vi 的查找命令

●/string 查找字符串

n 继续查找

N 反向继续查找

支持正则表达式，比如: /^the /end

七、vi 的替换命令

●利用:s 命令可以实现字符串的替换。

/:s/str1/str2/

:s/str1/str2/g

:.,$ s/str1/str2/g

:1,$ s/str1/str2/g

:%s/str1/str2/g

八、vi 复制和剪切命令

●y0 - 将光标至行首的字符拷入剪贴板

●y$ - 将光标至行尾的字符拷入剪贴板

●d0 - 将光标至行首的字符剪切入剪贴板

●d$ - 将光标至行尾的字符剪切入剪贴板

●range y - 块复制

●range d - 块剪切

DAY_14　输入输出

C 语言无 I/O 语句，I/O 操作由函数实现

#include　<stdio.h>

一、字符输出函数

●格式: putchar(c)

参数: c 为字符常量、变量或表达式

功能: 把字符 c 输出到显示器上

返值: 正常，为显示的代码值

➢代码实现参考 putchar.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 65;
    char ch = 'B';
    putchar(a);
    putchar('\n');
    putchar(ch);
    return 0;
}
```

二、格式输出函数

●格式：printf(“格式控制串”, 输出表)

功能：按指定格式向显示器输出数据

输出表：要输出的数据

格式控制串：包含两种信息

格式说明：%[修饰符]格式字符，用于指定输出格式

普通字符：原样输出

●格式字符

格式符	作用
i, d	十进制整数
x,X	十六进制无符号整数
o	八进制无符号整数
u	无符号十进制整数
c	单一字符
s	字符串
e,E	指数形式浮点小数
f	小数形式浮点小数
g	e和f中较短一种
%%	百分号本身

修饰符	功能
m	输出数据域宽，数据长度<m，左补空格；否则按实际输出
.n	对实数，指定小数点后位数（四舍五入）
	对字符串，指定实际输出位数
-	输出数据在域内左对齐（缺省右对齐）
+	指定在有符号数的正数前显示正号(+)
0	输出数值时指定左面不使用的空位置自动填0
#	在八进制和十六进制数前显示前导0，0x
l	在d, o, x, u前，指定输出精度为long型
l	在e, f, g前，指定输出精度为double型

三、字符输入函数

●格式：getchar()

功能：从键盘读一字符

返回值：正常，返回读取的代码值；出错或结束键盘输入，返回-1(Ctrl+D)

➢代码实现参考 getchar.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int c;
    printf("Enter a character: ");
    c = getchar();
    printf("%c--%d->hex%x\n", c, c, c);
    return 0;
}
```

四、格式输入函数

●格式：scanf(“格式控制串”，&地址表)

功能：按指定格式从键盘读入数据，存入地址表指定

返回值：正常，返回输入数据个数

地址表：变量的地址，常用取地址运算符&

➢代码实现参考 scanf1.c

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    char ch;
    printf(">");
    scanf("%c", &ch);
    printf("%c\n", ch);
    return 0;
}
```

●目前，scanf 支持的格式字符很多，如下：

格式符号	作用
i, d	十进制整数
x, X	十六进制无符号整数
o	八进制无符号整数
u	无符号十进制整数
c	单一字符
s	字符串
e	指数形式浮点小数
f	小数形式浮点小数

●scanf 函数支持的格式说明符可以带一下修饰符

修饰符	功能
h	用于d, o, x前，指定输入为short型整数
l	用于d, o, x前，指定输入为long型整数
	用于e, f前，指定输入为double型实数
m	指定输入数据宽度，遇空格或不可转换字符结束
*	抑制符，指定输入项读入后不赋给变量

➢代码实现参考 scanf2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int ch, n;
    long m;
    printf(">");
    n = scanf("%x%ld", &ch, &m);
    printf("%d %d %ld\n", n, ch, m);
    return 0;
}
```

五、输入函数留下的“垃圾”

●使用输入函数可能会留下垃圾

```
int x;
char ch;
scanf("%d", &x);
scanf("%c", &ch);
printf("x=%d,ch=%d\n", x, ch);
```

在实现函数时，敲下回车，scanf 会记录回车而不是输入的第二个字符，导致输出结果与预期不符

●方法 1：用 getchar()清除

```
int x;
char ch;
scanf("%d", &x);
getchar();
ch = getchar();
printf("x=%d, ch=%d\n", x, ch);
```

●方法 2：用格式串中空格或“%*c”来“吃掉”

```
int x;
char ch;
scanf("%d", &x);
scanf(" %c", &ch);  或  scanf("%*c%c", &ch);
```

六、字符串输入函数

●格式：char * gets(char *s)

功能：从键盘输入一以回车结束的字符串放入字符数组中，并自动加‘\0’

说明 1：输入串长度应小于字符数组维数

说明 2：与 scanf 函数不同，gets 函数并不以空格作为字符串输入结束的标志

➢代码实现参考 gets.c

```c
#include <stdio.h>
#define N 5
int main()
{
    char s[5];

    gets(s);
    printf("%s\n", s);
    return 0;
}
```

注意，这样写的代码，最多只能输入 4 个字符串，N=5 是因为字符与字符串之间的结束保留’\0’，若超出 4 个字符串，则会提示栈溢出。

七、字符串输出函数

●格式：int puts(const char *s)

功能：向显示器输出字符串 (输出完会自动换行)

说明：字符数组必须以 '\0' 结束

➢代码实现参考 puts.c

```c
#include <stdio.h>
#define N 5
int main()
{
    char s[5];

    gets(s);
```

```
    printf("s:%s", s);
    printf("***\n");
    puts("$$$");
    puts(s);
    return 0;
}
```

DAY_15　控制语句-if

一、if-else 语句

●if 语句概述

if (表达式)
　　语句块 1
else
　　语句块 2

●常见形式

①简化形式

if (表达式) 语句块 例如: if (x > y) printf(“%d”\n)

②阶梯形式

```
if(表达式 1)  语句块 1
    else if (表达式 2)  语句块 2
        else if (表达式 3)  语句块 3
            else if (表达式 4)  语句块 4
                ...
                else  语句块 n
```

③嵌套形式

```
if 语句的嵌套
    if ()
        if ()  语句块 1
        else  语句块 2
    else
        if ()  语句块 3
        else  语句块 4
```

➢代码实现参考 control_statement_if.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float score;
    printf("please input your socre:");
    scanf("%f", &score);

    if (score < 0 || score > 100) {
        printf("not in [0, 100]\n");
        return -1;
    } else if (score >= 90) {
        /*
        * 这里可以不用框定<= 100 的情况，
        * 因为依旧在上一个 if 的范围
        * 省略以精简代码
```

```
        */
        printf("A-excellent\n");
    } else if (score >= 70) {   //[70, 90)
        printf("B-good\n");
    } else if (score >= 60) {   //[60, 70)
        printf("C-pass\n");
    } else {                    //[0, 60)
        printf("D-not pass\n");
    }
    return 0;
}
```

●注意：

(1)语句块：当有若干条语句时，必须用{...}括起来。

(2)表达式：

a) 一般情况下为逻辑表达式或关系表达式

如：if (a == b && x == y) printf("a = b, x = y");

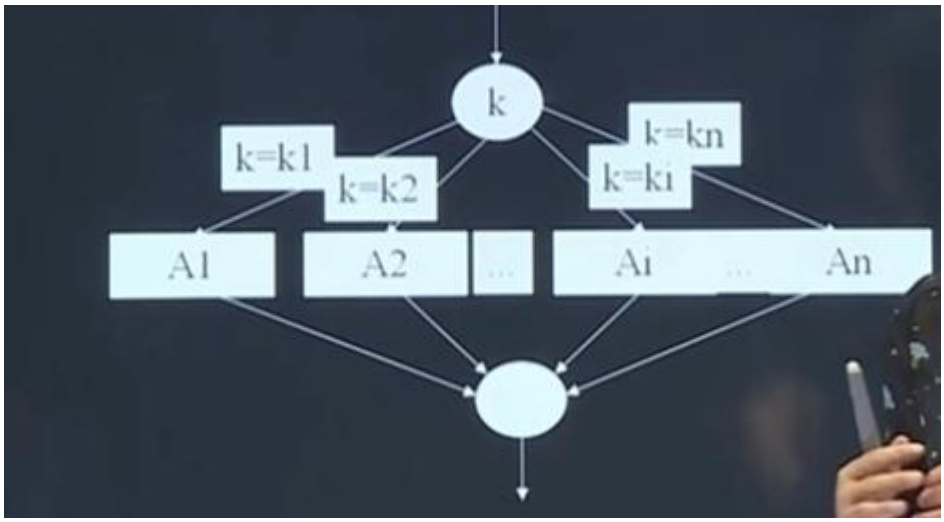
b) 也可以是任意类型(包括整型、实型、字符型、指针类型)

如：if ('a') printf("%d", 'a');

c) 请区分 if (x = 1)与 if (x == 1)的不同。

DAY_16　控制语句-switch

一、多分支语句



二、switch 语句的基本形式

●表达式

```
switch (表达式) {
case  常量表达式 1:
    语句块 1;
     break;
case  常量表达式 2:
    语句块 2;
    break;
     ......
case  常量表达式 n:
    语句块 n;
     break;
default:
    语句块 n+1;
    break;
}
```

●switch 语句的使用：

1.每个常量表达式的值必须各不相同，否则将会出现矛盾。

2.当表达式的值与 case 后面的常量表达式值相等时，就执行此 case 后面的语句。

3.switch 中的表达式可以是整型、字符型表达式或枚举。

4.case 常量：只起语句标号的作用。

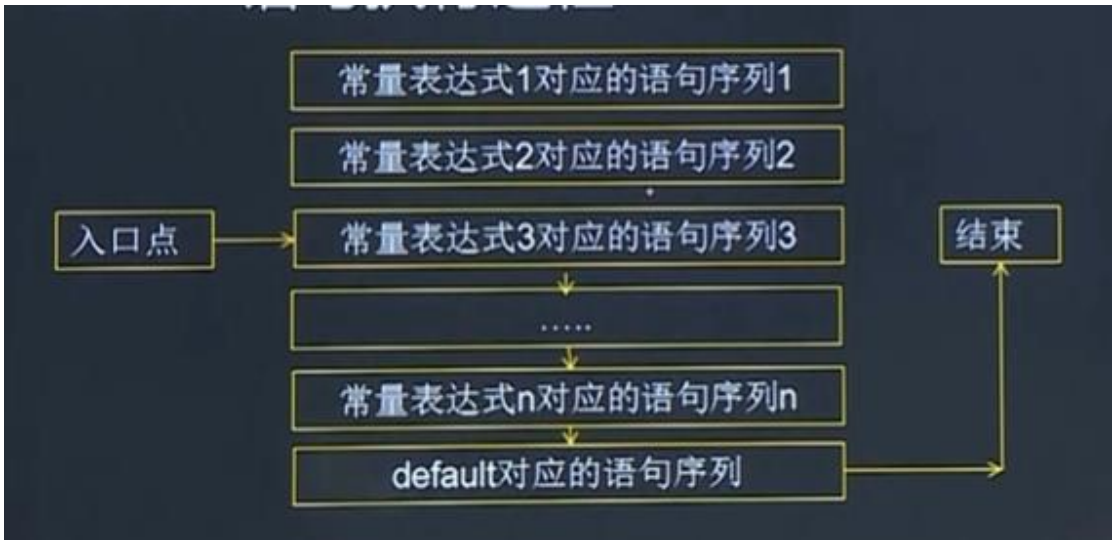
●break 语句用于强行跳出 switch 体，一般每个 case 后面应有一个 break 语句，default 分支后的 break 可以省略。

●多个 case 可以执行一组语句。

➢代码实现参考 control_statement_switch.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    /* switch 语句块可以是整型、字符型表达式或枚举 */
    //int tmp = 1;
    char tmp = 'a';

    switch (tmp) {
    case 1:
        printf("tmp is 1\n");
        break;
    case 2:
        printf("tmp is 2\n");
        break;
    case 3:
        printf("tmp is 3\n");
        break;
    default:
        printf("tmp is not 1, 2, 3, 4\n");
        break;
    }
    return 0;
}
```

三、switch 语句的执行过程



DAY_17　循环语句-goto

一、goto 语句构成循环

●例子，求 1 到 100 的和

```
int main()
{
    int i = 1, sum = 0;
    if (i <= 100) {
        sum = sum + i;
        i++;
    }
    printf("%d", sum);
    return 0;
}
```

如何利用 goto 语句构成循环?

➢代码实现参考 goto1.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int i = 1;
    int sum = 0;

loop:
    if (i <= 100) {
        sum += i;
        i++;
        goto loop;
    }

    /* 注意此时 i 的值为 101, 打印时需 i - 1 满足题意 */
    printf("1 + 2 + ... + %d = %d\n", i - 1, sum);
    return 0;
}
```

二、集中于一处退出函数

●循环结构程序

当函数有很多个出口，使用 goto 把这些出口集中到一处是很方便的，特别是函数中有许多重复的清理工作的时候。理由是：

1.无条件跳转易于理解

2.可以减少嵌套

3.可以避免那种忘记更新某一个出口点的问题

4.算是帮助编译器做了代码优化

三、goto 语句用法

●给定一个 main 函数

```
int main()
{
    /*  在函数调用前先留置标志位 loop,   名称可自定义*/
    loop:
        statatments;

        /* goto 跳转到 loop */
        goto loop;

    return 0;
}
```

DAY_18　循环语句-while

一、while 语句构成循环

●基本形式

while (表达式) {

statatments;

}

●例子，求 1 到 100 的和

➢代码实现参考 while1.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int i = 1;
    int sum = 0;

    while (i <= 100) {
        sum += i;
        i++;
    }

    /* 注意此时 i 的值为 101，打印时需 i - 1 满足题意 */
    printf("1 + 2 + ... + %d = %d\n", i - 1, sum);
    return 0;
}
```

二、do-while 语句构成循环

●基本形式

do {

statatments;

} while(表达式);

●例子，求 1 到 100 的和

➢代码实现参考 do-while1.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int i = 1;
    int sum = 0;
```

```
    do {
        sum += i;
        i++;
    } while (i <= 100);

    /* 注意此时 i 的值为 101, 打印时需 i - 1 满足题意 */
    printf("1 + 2 + ... + %d = %d\n", i - 1, sum);
    return 0;
}
```

三、程序举例

●打印出所有的“水仙花”数。“水仙花”数是指一个 3 位数，其各个位数字立方和等于该数本身。

➢代码实现参考 shuixianhua.c

```
#include <stdio.h>
/*
* 记得 gcc 编译时链接 math 库
* gcc shuixianhua.c -Wall -lm
*/
#include <math.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int n = 100;
    /*
    * a 代表百位, b 代表十位, c 代表个位
    * a = n / 100 商的结果即为百位
    * b = n / 10 % 10 商后余数即为十位
    * c = n % 10 余数即为个位
    */
    int a, b, c;

    while (n <= 999) {
        a = n / 100;
        b = n / 10 % 10;
        c = n % 10;

//        if (a*a*a + b*b*b + c*c*c == n) {
        if (pow(a, 3) + pow(b, 3) + pow(c, 3) == n) {
            printf("%d\n", n);
        }
        n++;
    }
```

```
    return 0;
}
```

注：辅助语句-break; continue 后续再讲!

DAY_19　循环语句-for

一、一般形式

```
for (expression1; expression2; expression3) {
    statements;
}
```

●执行过程

1.先求解表达式 1；

2.求解表达式 2，若为真，则执行循环体，然后执行步骤 3；若为假，则执行步骤 5；

3.求解表达式 3;

4.转回执行步骤 2;

5.执行 for 下面的语句。

二、for 语句构成循环

●例如：

```
for (i = 1; i <= 100; i++) {
    sum = sum + i;
}
```

- 表达式 1 可省略，但循环之前应给循环变量赋初值。
- 表达式 2 可省略，但将陷入死循环。
- 表达式 3 可省略，但在循环体中增加使循环变量值改变的语句。

三、for 语句三种形式

➢代码实现参考 for1.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int i, sum;
    sum = 0;

    for (i = 1; i <= 100; i++) {
        sum += i;
    }
    printf("sum = %d\n", sum);
    return 0;
}
```

➢代码实现参考 for2.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
```

```
    int i, sum;
    sum = 0;
    i = 1;

    for (; i <= 100; i++) {
        sum += i;
    }
    printf("sum = %d\n", sum);
    return 0;
}
```

➢代码实现参考 for3.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    int i, sum;
    sum = 0;
    i = 1;

    for (; i <= 100;) {
        sum += i;
        i++;
    }
    printf("sum = %d\n", sum);
    return 0;
}
```

四、for 语句实现九九乘法表

➢代码实现参考 chengfabiao.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    /* i 代表行数, j 代表列数 */
    int i, j;

    for (i = 1; i <= 9; i++) {
        for (j = 1; j <= i; j++) {
            printf("%d*%d=%d\t", j, i, i*j);
            /* 先是 i = 1, j = 1, 显示 1*1
            * 然后 i = 2, j = 1, 显示 1*2
            * 然后 i = 2, j = 2, 显示 2*2
            * 这样就显示了 1*2=2  2*2=4 的排版
```

```
            * 因此 j 与 i 要调换位置
            */
        }
        puts(" ");
    }

    return 0;
}
```

五、for 语句实现字母图案

●思考：利用 for 循环打印下面的图案？（大小写）

F
_FE
__FED
___FEDC
____FEDCB
_____FEDCBA

➢代码实现参考 zimutuan.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char * argv[])
{
    /* i 代表行数, j 代表列数 */
    int i, j;
    char ch;
    printf("Please input a letter:");
    scanf("%c", &ch);

    for (i = 0; i <= ch - 'A' ; i++) {
        for (j = 0; j < i; j++) {
            putchar('_');
        }
        for (j = 0; j <= i; j++) {
            putchar(ch - j);
        }
        puts(" ");
    }

    return 0;
}
```

DAY_20　辅助控制语句

一、break 语句

●用于从循环体内跳出循环体，即提前结束循环。

①break 只能用在循环语句和 switch 语句中。

```
for (r = 1; r <= 10; r++) {
    area = pi * r * r;
    if (area > 100) {
        break;
    }
    printf("%f", area);
}
```

➢代码实现参考 break1.c

```c
#include <stdio.h>
#define pi 3.14

int main()
{
    int r, area;
    for (r = 1; r <=10; r++) {
        area = pi * r * r;
        if (area > 100) {
            break;
        }
        printf("%d %d\n", r, area);
    }
    return 0;
}
```

●素数

1.在一个大于 1 的自然数中，除了 1 和此整数自身外，没法被其他自然数整除的数。

换句话说，只有两个正因数（1 和自己）的自然数即为素数。

1 大但不是素数的数称为合数。1 和 0 既非素数也非合数。

2.对一个大于或等于 3 的正整数，判断它是不是一个素数

S1: 输入整数 n 的值

S2: i = 2

S3: n 被 i 除，得余数 r

S4: if r = 0，则打印 n“不是素数”，算法结束 执行 S5

S5: i + 1 → i

S6: if i ≤ √n，返回 S3；否则打印 n“是素数”；然后算法结束

➢代码实现参考 break2.c

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

```c
int main()
{
    int n;
    int i;

    printf("input n(>3):");
    scanf("%d", &n);

    i = 2;
    while (i <= sqrt(n)) {
        if (n % i == 0) {
            break;
        }
        i++;
    }
    if (i <= sqrt(n)){
        printf("%d is not a prime number.\n", n);
    } else {
        printf("%d is a prime number.\n", n);
    }
    return 0;
}
```

二、continue 语句

●结束本次循环，接着判定下一次是否执行循环

●注意 continue 与 break 的区别

1.continue 直接结束本次循环，而 break 终止本层循环

```
for (n = 100; n <= 200; n++) {
    if (n % 3 == 0) {
        continue; //比如到 102 时，他不满足条件，这次的循环将终止，打印不出；
                  //继续下一个循环，此时 103 满足条件，可以打印
    }
    printf( "%d", n);
}
```

➢代码实现参考 continue1.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int n;
    for (n = 100; n <= 200; n++) {
        if (n % 3 == 0) {
```

```
            continue;
        }
        printf("%d\n", n);
    }
    return 0;
}
```

DAY_21　一维数组

●数组概述

一、数组

①构造数据类型之一

②数组是具有一定顺序关系的若干个变量的集合，组成数组的各个变量称为数组的元素

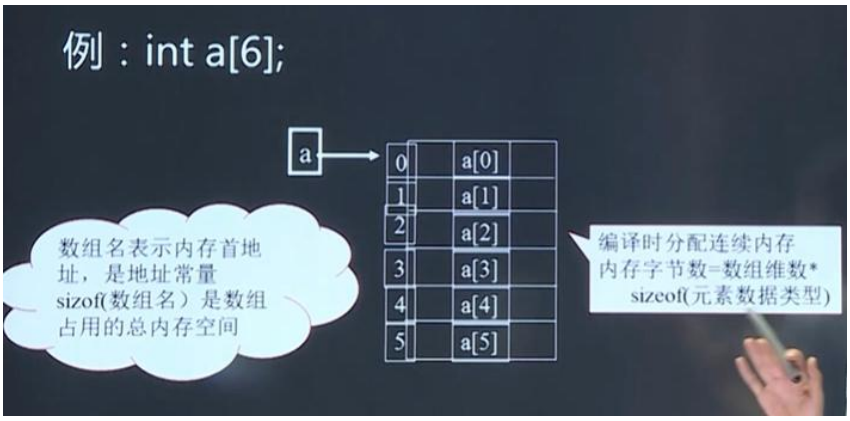
③数组中各元素的数据类型要求相同，用数组名和下标确定。数组可以是一维的，也可以是多维的

二、一维数组

①所谓一维数组是指只有一个下标的数组。它在计算机的内存中是连续存储的。

②C 语言中，一维数组的说明一般形式如下：

<存储类型> <数据类型> <数组名>[<表达式>]；



➢代码实现参考 array1.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a[6], i;

    for (i = 0; i < 6; i++) {
        printf("%p\n", &a[i]);
        /*
        * 对于指针来说，地址是连续的
        * %p 主要用于 printf 等格式化输出函数中，
        * 用来以十六进制的形式输出指针变量所指向的内存地址
        */
    }
    //a = a + 1; //数组名代表着地址，不可以变动
    printf("%p\n", a);
    printf("%d\n", sizeof(a));
```

```
    return 0;
}
```

三、注意事项

①C 语言对数组不作越界检查，使用时要注意（不要依赖编译器解决所有问题！！）

int a[5]; a[5] = 10

②关于用变量定义数组维数

int i = 15; int a[i]

●一维数组的引用

一、数组必须先定义，后使用

二、只能逐个引用数组元素，不能一次引用整个数组

三、数组元素表示形式：数组名[下标]

其中：下标可以是常量或整型表达式

例 int a[10];

printf("%d", a); (×)

for(j=0;j<10;j++)

printf("%d\t", a[j]); (√)

●一维数组的初始化

①初始化方式：在定义数组时，为数组元素赋初值

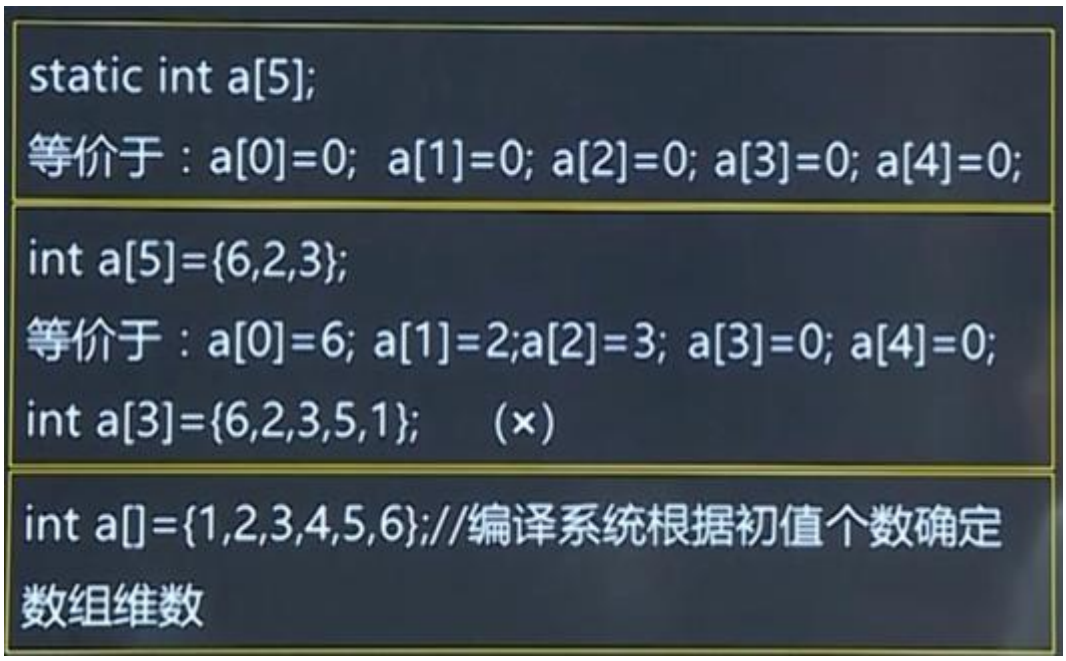
int a[5]={1,2,3,4,5};

②说明

1.数组不初始化，其元素值为随机数

2.对 static 数组元素不赋初值，系统会自动赋以 0 值

3.只给部分数组元素赋初值



➢代码实现参考 array2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a[6] = {1, 4, 5, 4, 6, 7}, i, n;
    int b[] = {3, 4, 7, 8, 1, 0};

    n = sizeof(a) / sizeof(int); //计算数组元素个数
    for (i = 0; i < n; i++) {
        printf("%p %d\n", &a[i], a[i]);
        printf("%p %d\n", &b[i], b[i]);
    }
    //a = a + 1; //数组名代表着地址，不可以变动
    printf("%p\n", a);
    printf("%ld\n", sizeof(a));
    return 0;
}
```

●程序举例

一、冒泡排序

它重复地走访过要排序的数列，一次比较两个元素，如果顺序错误就交换。走访数列的工作是重复地进行直到没有再需要交换，也就是说该数列已经排序完成。

➢代码实现参考 maopao.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char const *argv[])
{
    int a[] = {49, 38, 97, 76, 13, 27, 30}, n, i, j, t;
    n = sizeof(a) / sizeof(int);

    for (i = 0; i < n-1; i++ ) {  //控制比对轮数，最多比对 n-1 轮
        for (j = 0; j < n-1-i; j++) { //寻找 j 与 i 的关系，存在 j+1<=
                                      n-1(-i)
            if (a[j] > a[j+1]) { //升序交换
                t = a[j]; //保留 a[j]
                a[j] = a[j+1]; //a[j]与 a[j+1]交换
                a[j+1] = t; //a[j+1]赋值为保留的 a[j]
            }
        }
    }

    for (i = 0; i < n; i++) {
        printf("%d ", a[i]);
    }
    puts("");
    return 0;
}
```

DAY_22　二维数组

一、二维数组的定义

1.定义方式：（声明时列数不能省略，行数可以）

数据类型 数组名[常量表达式][常量表达式];

例：　int a[3][4];

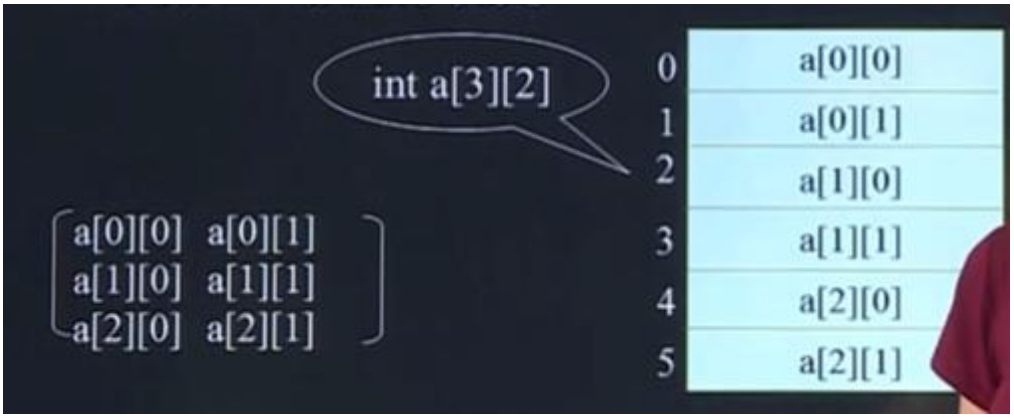
float b[2][5];

int c[2][3][4];

二、数组元素的存放顺序

1.原因：内存是一维的

2.二维数组：按行序优先



➢代码实现参考 array3.c

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    /* 验证二维数组的连续性 */
    int a[2][3];
    int i,j;

    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            printf("%p ", &a[i][j]);
        }
        putchar('\n');
    }
    return 0;
}
```

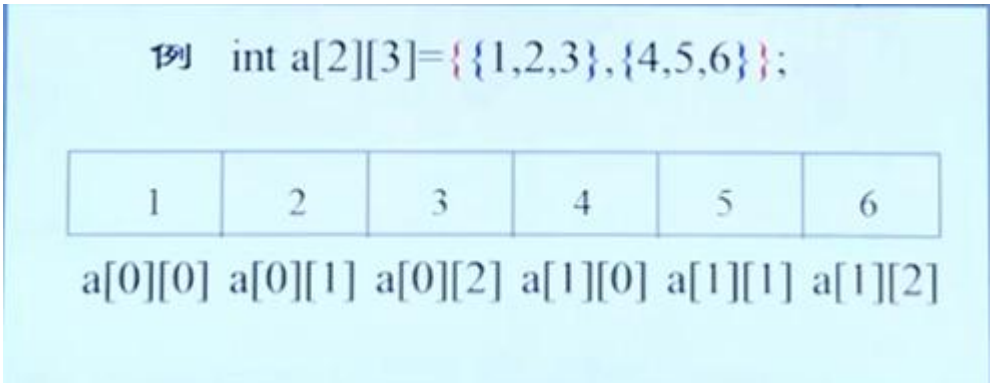
三、二维数组元素的引用

1.形式：数组名[下标][下标]

2.二维数组元素的初始化

①分行初始化

②按元素排列顺序初始化



➢代码实现参考 array4.c

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    /* 元素全部初始化 */
    //int a[2][3] = {{1, 6, 9}, {2, 8, 5}};

    /* 元素部分初始化 */
    //int a[2][3] = {{1, 6}, {2, 8, 5}};

    /* 元素部分初始化 */
    int a[2][3] = {{1, 6}};
    int i,j;

    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            printf("%d ", a[i][j]);
        }
        putchar('\n');
    }
    return 0;
}
```

四、程序举例

1.打印杨辉三角的前十行

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
…

➢代码实现参考 yanghuisanjiao.c

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    /* 杨辉三角前 10 行 */
    int a[10][10] = {{0}};
    int i, j;

    for (i = 0; i < 10; i++) {
        a[i][0]= 1;
        for (j = 1; j <= i; j++) {
            a[i][j] = a[i-1][j-1] + a[i-1][j];
        }
    }

    for (i = 0; i < 10; i++) {
        for (j = 0; j <= i; j++) {
            printf("%-8d ", a[i][j]);
        }
        putchar('\n');
    }

    return 0;
}
```

2.有一个 3×4 的矩阵，要求输出其中值最大的元素的值，以及它的行号和列号。这是一个关于矩阵运算的问题描述，主要任务是在给定的 3 行 4 列矩阵中找出数值最大的元素，并确定该元素所在的行号和列号。

➢代码实现参考 array5.c

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[2][3] = {{2, 5, 8}, {21, 56, 9}};
    int i, j, row, column;

    row = column = 0;

    /* 寻找最大值 */
    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            if (a[row][column] < a[i][j]) {
                row = i;
                column = j;
            }
        }
    }

    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            printf("%5d ", a[i][j]);
        }
        putchar('\n');
    }

    printf("max = %d %d %d\n", a[row][column], row, column);
    return 0;
}
```

DAY_23　字符数组和字符串

1. 掌握字符数组的用法
2. 字符数组
   1）字符数组的定义
   - 本质：元素数据类型为字符类型的数组
   - 声明形式：char c[10]（一维）或 char ch[3][4]（二维）
   - 特点：由若干个字符型变量构成的有序集合

   2）字符数组的初始化
   - 逐个字符赋值
     - 方法：通过单引号逐个为数组元素赋值
     - 注意事项：
       - 编译器不检查数组越界，需自行控制
       - 部分赋值时，未赋值的元素自动补零（'\0'）
       - 示例 1：char ch[5] = {'H','e','l','l','o'}
         | ch[0] | ch[1] | ch[2] | ch[3] | ch[4] |
         | 'H' | 'e' | 'l' | 'l' | 'o' |
   - 用字符串常量
     - 方法：使用双引号括起的字符串常量初始化
     - 特点：
       - 字符串常量会自动添加'\0'作为结束符
       - 等价于用字符序列初始化
     - 特殊形式：
       - char ch[6] = {"Hello"}
       - char ch[6] = "Hello"
       - char ch[] = "Hello"（自动计算长度）
       - | ch[0] | ch[1] | ch[2] | ch[3] | ch[4] | ch[5] |
         | 'H' | 'e' | 'l' | 'l' | 'o' | '\0' |

   3）应用案例(字符数组字符串赋值访问)

➢ 代码实现参考 char_array1.c

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    char arr1[] = {'a', 'b', 'c'};
    char arr2[6] = {'a', 'b', 'c'};
    int i, n;

    n = sizeof(arr1) / sizeof(char);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        putchar(arr1[i]);
    }
    putchar('\n');
```

```
    n = sizeof(arr2) / sizeof(char);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        putchar(arr2[i]);
    }
    putchar('\n');

    return 0;
}
```

- 关键发现：
  - 使用%s 输出字符数组时，必须确保数组以'\0'结尾
  - 未以'\0'结尾的字符数组用%s 输出会导致越界访问
  - 相邻定义的字符数组可能在内存中连续存储
- 验证方法：
  - 打印数组地址验证内存连续性
  - 使用 sizeof 计算数组实际长度
  - 对比逐个字符输出与%s 输出的区别
- 安全建议：
  - 推荐使用逐个字符访问的方式处理字符数组
  - 使用%s 输出时确保数组是合法的字符串（以'\0'结尾）
  - 注意数组越界问题，编译器不会自动检查

➢ 代码实现

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char arr1[] = {'a', 'b', 'c'};
    char arr2[6] = {'a', 'b', 'c'};

    printf("arr1:%s %p\n", arr1, &arr1[2]);
    printf("arr2:%s %p\n", arr2, arr2);

#if 0
    int i, n;

    n = sizeof(arr1) / sizeof(char);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        putchar(arr1[i]);
    }
    putchar('\n');

    n = sizeof(arr2) / sizeof(char);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        putchar(arr2[i]);
    }
```

```
    putchar('\n');
#endif

    return 0;
}
```

- 验证结果：
  - 相邻数组确实在内存中连续存储
  - 第一个数组未以'\0'结尾导致%s 输出时读取到第二个数组内容

3.二维数组

3.1 二维数组初始化

➢ 代码实现

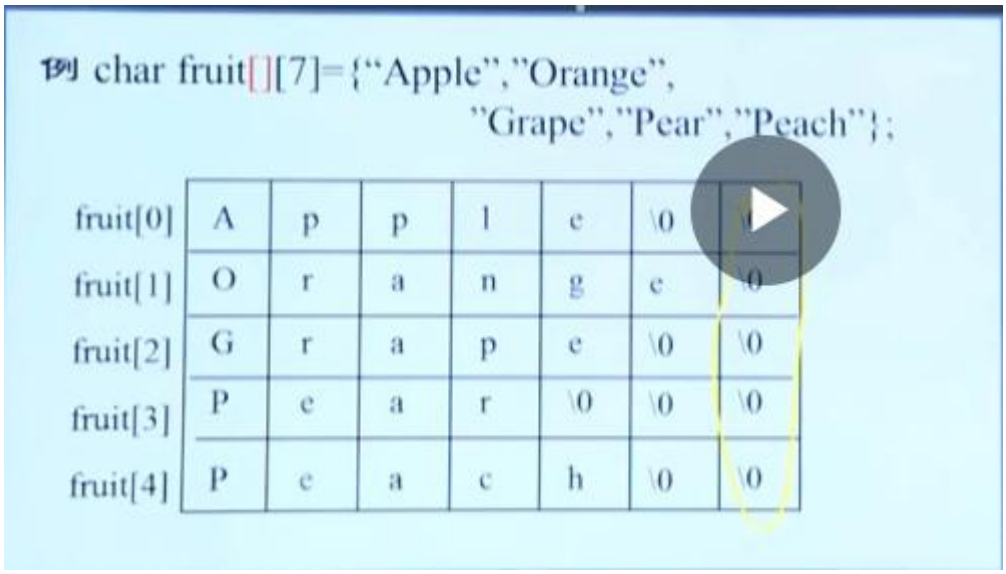
二维字符数组的初始化示例：char arr[5][6] = {{".", "*", "\0", "\0", "\0"}, {".", "*", "*", "\0", "\0"}, {"*", ".", ".", "*", "\0"}, {"*", "*", ".", ".", "*"}, {"\0", "\0", "\0", "\0", "\0"}};

3.2 二维字符数组的菱形图案

二维字符数组可以用于创建各种图案，如菱形。通过双引号简化字符数组的赋值。

➢ 代码实现

菱形的创建示例：char arr[5][6] = {{".", "*", "\0", "\0", "\0"}, {".", "*", "*", "\0", "\0"}, {"*", ".", ".", "*", "\0"}, {"*", "*", ".", ".", "*"}, {"\0", "\0", "\0", "\0", "\0"}};



3.3 二维数组计算大小

➢ 代码实现参考 array6.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    char fruit[][11] = {"Banana", "Apple", "Strawberry",
"Watermelon"};
    int i, j, n, m;

    /* 计算二维数组行数：整个数组大小除以每一行大小 */
    n = sizeof(fruit) / sizeof(fruit[0]);
```

```
    /* 计算二维数组列数：每一行大小除以每一个元素大小 */
    m = sizeof(fruit[0]) / sizeof(char);

    /* 遍历二维数组方法一：putchar */
    for (i = 0; i < n ; i++) {
        for (j = 0; j < m; j++){
            putchar(fruit[i][j]);
        }
        /* 输出完一列数组后换行 */
        putchar('\n');
    }

    /* 分隔 */
    putchar('\n');

    /* 遍历二维数组方法一：printf 与%s */
    for (i = 0; i < n ; i++) {
        /*
            当数组元素定为 10 时，此方法会导致\n 无地方归纳
            使用方法一可避免
         */
        printf("%s\n", fruit[i]);
        /* 输出完一列数组后换行 */
    }

    return 0;
}
```

DAY_24　字符串逆序输出

通过分析多种思路，选择主流思路进行编程。第一种思路：get 获取字符串不变，逆序显示。第二种思路：get 获取字符串改变，原样输出。

一、get 获取字符串不变，逆序显示

➢ 代码实现参考 array7.c

```c
#include <stdio.h>

#define N 20
int main(int argc, char *argv[])
{
    //char arr[] = {"Weclome"};
    char arr[N] = {0};
    /*
        写 0 的目的就是防止
        未超出数组部分出现乱码
     */
    int i, n;

    /* 从键盘输入一个字符串 */
    printf("请输入一个字符串：");
    gets(arr);

    /* 从后往前遍历数组 */
    n = sizeof(arr) / sizeof(char);
    for (i = n - 1; i >= 0; i--) {
        putchar(arr[i]);
    }
    putchar('\n');

    return 0;
}
```

拓展：计算字符串长度 strlen 函数

在使用该函数前，需要引用头文件 string.h

➢ 代码实现参考 Calculate_array.c

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define N 20
int main(int argc, char *argv[])
{
```

```
    //char arr[] = {"Weclome"};
    char arr[N];
    /*
        使用 strlen 函数可以避免
        未超数组长度乱码问题
     */
    int i, n;

    /* 从键盘输入一个字符串 */
    printf("请输入一个字符串：");
    gets(arr);

    /* 从后往前遍历数组 */
    n = strlen(arr);
    for (i = n - 1; i >= 0; i--) {
        putchar(arr[i]);
    }
    putchar('\n');

    return 0;
}
```

二、get 获取字符串改变，原样输出

➢ 代码实现参考 array8.c

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define N 20
int main(int argc, char *argv[])
{
    char arr[N];
    char ch;
    /*
        使用 strlen 函数可以避免
        未超数组长度乱码问题
     */
    int i, j, n;

    printf("请输入一个字符串：");
    gets(arr);
    n = strlen(arr);

    /* i 记录第一个元素，j 记录最后一个元素 */
    i = 0;
```

```
    j = n - 1;

    /* i 与 j 未相遇 */
    while (i < j) {
        /* i 与 j 进行交换 */
        ch = arr[i];
        arr[i] = arr[j];
        arr[j] = ch;
        /* i 与 j 都往中间走，i 增加，j 减少 */
        i++;
        j--;  /* gets 默认在字符串末尾添加'\0'，n = 6 */
    }
    printf("%s\n", arr);

    return 0;
}
```

特别提醒：

scanf 与 get 区别：

1.gets 可以读取带空格的字符串，scanf 则不能。

2.scanf 使用%s 读取字符串时，空格作为结束符。

3.scanf 需要存储空格时，将 scanf 当作字符数组，逐字符输入，使用%c 输出。

DAY_25　字符串函数

一、常见字符串函数

C 库中实现了很多字符串处理函数

#include <string.h>

几个常见的字符串处理函数

①求字符串长度的函数 strlen

②字符串拷贝函数 strcpy

③字符串连接函数 strcat

④字符串比较函数 strcmp

二、字符串长度函数 strlen

格式:strlen(字符数组)

功能:计算字符串长度

返值:返回字符串实际长度，不包括'\0'在内

\xhh 表示十六进制数代表的符号

\ddd 表示 8 进制的

例:对于以下字符串，strlen(s)的值为

char s[10] = { 'A', '\0', 'B', 'C', '\0', 'D'};

char s[] = "\t\v\\\0will\n"

char s[] = "\x69\141\n";

答案：1 3 3

- 代码实现参考 strlen1.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char s1[10] = {'A', '\0', 'B', 'C', '\0', 'D' };
    char s2[] = {'A', '\0', 'B', 'C', '\0', 'D' };
    char s3[] = "\tab\nc\vd\\e";
    char s4[] = "\x69\141\n";
    int n;

    n = strlen(s1);
    printf("%d\n", n);
    printf("%d\n", strlen(s1));
    printf("%d\n", sizeof(s2) / sizeof(char));
    /* 字符串所占长度，含'\0' */
    printf("%d\n", strlen(s3));
    printf("%d\n", strlen(s4));
```

```
    puts(s4);   /* x69 十六进制对应字母 i，141 八进制对应字母 a */

    return 0;

}
```

三、字符串拷贝函数 strcpy

格式:strcpy(字符数组 1,字符串 2)

功能:将字符串 2，拷贝到字符数组 1 中去

返值:返回字符数组 1 的首地址

说明:

①字符数组 1 必须足够大

②拷贝时'\0'一同拷贝

➢ 代码实现参考 strcpy.c

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

#define N 30
int main(int argc, char *argv[])
{
    char src[] = "makeru";
    char dest[N];

    strcpy(dest, src);
    puts(src);
    puts(dest);

    int i, n;
    i = 0;
    n = strlen(src);
    while (i <= n) {
        dest[i] = src[i];
        i++;
    }

    puts(src);
    puts(dest);

    return 0;
}
```

四、字符串指定拷贝函数 strncpy

格式:strncpy(字符数组 1,字符串 2,指定长度)

- 代码实现参考 strncpy.c

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

#define N 30
int main(int argc, char *argv[])
{
    char src[] = "makeru";
    char dest[N] = ".com.cn";

    strncpy(dest, src, 4);
    puts(dest);

    return 0;
}
```

五、字符串连接函数 strcat

格式:strcat(字符数组 1,字符数组 2)

功能:字符数组 2 拷贝到字符数组 1 的后面去

返值:返回字符数组 1 的首地址

说明:

①字符数组 1 必须足够大

②拷贝时,字符数组 1 的'\0'删除，拷贝完后默认追加'\0'

- 代码实现参考 strcat.c

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

#define N 30
int main(int argc, char *argv[])
{
    char ch[N] = "People's Republic of ";
    char ch2[] = "China";

    strcat(ch, ch2);
    puts(ch);

    return 0;
}
```

六、字符串指定连接函数 strncat

格式:strcat(字符数组 1,字符数组 2,拷贝长度)

功能:字符数组 2 指定长度拷贝到字符数组 1 的后面去

返值:返回字符数组 1 的首地址

➢ 代码实现参考 strncat.c

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

#define N 30
int main(int argc, char *argv[])
{
    char ch[N] = "People's Republic of ";
    char ch2[] = "China";

    strncat(ch, ch2, 4);
    puts(ch);

    return 0;
}
```

七、字符串比较函数 strcmp

格式: strcmp(字符串 1, 字符串 2)

功能: 比较两个字符串的大小

返值:

- 如果字符串 1 < 字符串 2，返回负整数
- 如果字符串 1 = 字符串 2，返回 0
- 如果字符串 1 > 字符串 2，返回正整数

说明:

① 比较规则：按 ASCII 码值逐个字符比较，直到出现不同的字符或遇到'\0'

② 字符串参数可以是字符数组名或字符串常量

③ 比较的是字符串的内容，不是字符串的长度

➢ 代码实现参考 strcmp.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char str1[] = "Hello";
    char str2[] = "Hello";
    int result1 = strcmp(str1, str2);
    if (result1 == 0) {
        printf("结论：两个字符串相等\n");
    }
```

```
    char str3[] = "Apple";
    char str4[] = "Banana";
    int result2 = strcmp(str3, str4);
    if (result2 < 0) {
        printf("结论：字符串 1 小于字符串 2\n");
    }

    char str5[] = "Orange";
    char str6[] = "Apple";
    int result3 = strcmp(str5, str6);
    if (result3 > 0) {
        printf("结论：字符串 1 大于字符串 2\n");
    }

    return 0;
}
```

八、字符串指定长度比较函数 strncmp

格式: strcmp(字符串 1，字符串 2，指定长度)

- 代码实现参考 strncmp.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char str1[] = "Hello";
    char str2[] = "Helloaaa";
    int result1 = strncmp(str1, str2, 6);
    if (result1 == 0) {
        printf("结论：指定的两个字符串相等\n");
    } else {
        printf("结论：指定的两个字符串不相等\n");
    }

    return 0;
}
```

九、忽略字符串大小写比较函数 strcasecmp

- 代码实现参考 strcasecmp.c

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

```c
int main(int argc, char *argv[])
{
    char str1[] = "HELLO";
    char str2[] = "hello";

    printf("%d\n", strncmp(str1, str2, 5));
    printf("%d\n", strncasecmp(str1, str2, 5));

    return 0;
}
```

十、查找字符函数 strchr 和 strrchr

strchr：在字符串中查找指定的字符，返回其位置。

strrchr：在字符串中查找指定的字符，返回其最后一次出现的位置。

使用时应确保字符串和字符的有效性。

➢ 代码实现参考 strchr.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char s1[] = "aba$s$fds";
    int ch;
    ch = '$';

    printf("%p %p \n", s1, strchr(s1, ch));
    printf("%p %p \n", s1, strrchr(s1, ch));

    printf("%ld\n", strchr(s1, ch) - s1);
    printf("%ld\n", strrchr(s1, ch) - s1);

    return 0;
}
```

十一、查找字符串函数 strstr

strstr：在长字符串中查找子字符串，返回其第一次出现的位置。

使用时应确保长字符串和子字符串的有效性。

➢ 代码实现参考 strstr.c

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

int main(int argc, char *argv[])
```

```
{
    char s[] = "how are you";
    char subs[] = "are";

    printf("%p\n", strstr(s, subs));
    printf("%ld\n", strstr(s, subs) - s);
    return 0;
}
```

十一、isalpha 函数、isupper 函数、islower 函数、isdigit 函数、isprint 函数

1.isalpha

函数原型：int isalpha(char c);

判断字符 c 是否为字母，返回非零值或零。

注意，需引用头文件#include <ctype.h>

2.isdigit

isdigit 函数用于检查字符是否为数字。

函数原型：int isdigit(char c);

判断字符 c 是否为数字 0 到 9，返回非零值或零。

3.isprint 函数

isprint 函数用于检查字符是否为可打印图形。

函数原型：int isprint(char c);

判断字符 c 是否为可打印图形，返回非零值或零。

4.isupper 函数

isupper 函数用于检查字符是否为大写字母。

函数原型：int isupper(char c);

判断字符 c 是否为大写字母，返回非零值或零。

5.islower 函数

islower 函数用于检查字符是否为小写字母。

函数原型：int islower(char c);

判断字符 c 是否为小写字母，返回非零值或零。

➢ 代码实现参考 isalpha.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    int ch;

    while ((ch = getchar()) != EOF) {   /* 从标准输入读取字符，直到遇到文件结束符 EOF */
        /* 是否是字母 */
        if (isalpha(ch)) {
```

```
            if (isupper(ch)) {  /* 是否是大小写字母 */
                printf("是大写字母: %c\n", ch);
            } else if (islower(ch)) {
                printf("是小写字母: %c\n", ch);
            }
        } else if (isdigit(ch)) {   /* 是否是数字 */
            printf("是数字: %d\n", ch - '0');
            /*
             *  请注意，getchar()函数读取的是字符，而不是数字。
             *  当使用%d 格式符打印时，会将字符的 ASCII 码值打印出来。
             *  若想打印数字本身，需要将字符转换为整数。
             *  可以使用 ch - '0'将字符转换为对应的整数，或可以
             *  使用 ch - 48 将字符转换为整数。
             */
        }
    }

    return 0;
}
```

十二、大小写转换函数

toupper 和 tolower 函数用于将字符转换为大写或小写。

函数原型：char toupper(char c); 和 char tolower(char c);

转换后的值通过返回值返回，如果转换不可能则返回原始字符。

- 代码实现参考 toupper.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    int ch;

    while ((ch = getchar()) != EOF) {   /* 从标准输入读取字符，直到遇到文件结束符 EOF */
        if (isspace(ch)) {
            continue; /* 跳过空白字符，直接进入下一次循环 */
        }
        /*
         *  思考:
         *  如果输入 A,经转化后会提示不是字母.
         *  原因在于 getchar()函数会读取包括空格在内的所有字符，包括按下键盘后的换行符。
```

```
         *  因此，当输入 A 后，换行符会被读取，导致判断为不是字母。
         *  解决方法：
         *  可以在判断是否是字母之前，先判断是否是空白字符，如果是，
直接跳过。
         */

        /* 是否是字母 */
        if (isalpha(ch)) {
            if (isupper(ch)) {  /* 是否是大小写字母 */
                printf("是大写字母：%c\n", ch);
                ch = tolower(ch);   /* 转换为小写字母 */
                printf("转换为小写字母：%c\n", ch);
            } else if (islower(ch)) {
                printf("是小写字母：%c\n", ch);
                ch = toupper(ch);   /* 转换为大写字母 */
                printf("转换为大写字母：%c\n", ch);
            }
        } else {
            printf("不是字母.\n");
            return 0;
        }
    }

    return 0;
}
```

十三、判断传入的整数类型字符值函数 isspace

isspace 是 C 标准库<ctype.h>中的字符分类函数，接收 int 类型的字符值（通常为 getchar()返回的字符或 EOF），核心作用是判断该字符是否为空白字符；若判定为空白字符则返回非 0 的整数（真值），否则返回 0（假值）。

该函数判定的空白字符包含多类“不可见但占据字符位置”的字符，其中' '（普通空格）是键盘空格键产生的常规空白；'\t' 为水平制表符，由 Tab 键触发；'\n' 是换行符，对应 Enter 键产生的换行操作；'\v' 为垂直制表符，用于垂直方向的字符对齐（实际开发中极少使用）；'\f' 是换页符，主要用于打印场景中触发换页动作（几乎不常用）；'\r' 是回车符，老式系统（如 Windows）中会与 '\n' 配合实现换行，单独使用仅让光标回到当前行的行首。

使用注意：函数参数必须为 int 类型（若用 char 类型，处理 EOF 或扩展 ASCII 字符时易出错），且使用前必须包含<ctype.h> 头文件；实际开发中常结合 continue 语句在循环中跳过这些空白字符，避免处理换行、空格等无业务意义的字符。

DAY_26　指针的基本用法

C 程序设计中使用指针可以使程序简洁、紧凑、高效，有效地表示复杂的数据结构，动态分配内存，得到多于一个的函数返回值。

一、地址和变量

在计算机内存中，每一个字节单元，都有一个编号，称为地址。在 C 语言中，内存单元的地址称为指针，专门用来存放地址的变量，称为指针变量。在不影响理解的情况中，有时对地址入当针和指针变量不区分，通称指针。

二、指针变量的说明

一般形式如下

<存储类型>　<数据类型>　*<指针变量名>

例如，char *pName;

指针的存储类型是指针变量本身的存储类型，指针说明时指定的数据类型不是指针变量本身的数据类型，而是指针目标的数据类型。简称为指针的数据类型。

指针在说明的同时，也可以被赋予初值，称为指针的初始化。

一般形式是

<存储类型> <数据类型> *<指针变量名> = <地址量>

例如:int a,*pa=&a;

在上面语句中，把变量 a 的地址作为初值赋予了刚说明的 int 型指针 pa。

int a = 3; //int a; a= 3;

int *pa = &a; //int *pa; pa = &a;

指针指向的内存区域中的数据称为指针的目标。如果它指向的区域是程序中的一个变量的内存空间，则这个变量称为指针的目标变量。简称为指针的目标。

➢ 代码实现参考 pointer1.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a = 10;
    int *p;
    p = &a;
    printf("%p %d\n",&p, sizeof(p));     /* p 所占的空间和和地址 */
    printf("%p %p\n", p, &a);    /* p 指向的地址和 a 的地址 */
    printf("%d %d\n", a, *p);    /* p 指向的地址中的数据和 a 中的数据
*/
    return 0;
}
```

引入指针要注意程序中的 px、*px 和 &px 三种表示方法的不同意义。设 px 为一个指针，则:

px -指针变量，它的内容是地址量

*px - 指针所指向的对象 ，它的内容是数据

&px - 指针变量占用的存储区域的地址，是个常量

三、指针的赋值运算

指针的赋值运算指的是通过赋值运算符向指针变量送一个地址值

向一个指针变量赋值时，送的值必须是地址常量或指针变量，不能是普通的整数(除了赋零以外)

指针赋值运算常见的有以下几种形式:

1.把一个普通变量的地址赋给一个具有相同数据类型的指针

double x=15, *px;

px = &x;

2.把一个已有地址值的指针变量赋给具有相同数据类型的另一个指针变量.例如:

float a, *px, *py;

px = &a;

py = px;

➢ 代码实现参考 pointer2.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a = 10;
    int *p, *q;
    p = &a;
    //q = &a;
    q = p;
    printf("%p %d\n",&p, sizeof(p));    /* p 所占的空间和和地址 */
    printf("%p %d\n",&q, sizeof(q));    /* q 所占的空间和和地址 */
    printf("%p %p\n", p, &a);   /* p 指向的地址和 a 的地址 */
    printf("%p %p\n", q, &a);   /* q 指向的地址和 a 的地址 */
    printf("%d %d\n", a, *p);   /* p 指向的地址中的数据和 a 中的数据
*/
    printf("%d %d\n", a, *q);   /* q 指向的地址中的数据和 a 中的数据
*/
    return 0;
}
```

3.把一个数组的地址赋给具有相同数据类型的指针。例如:

int a[20],*pa;

pa = a; //等价 pa = &a[0]

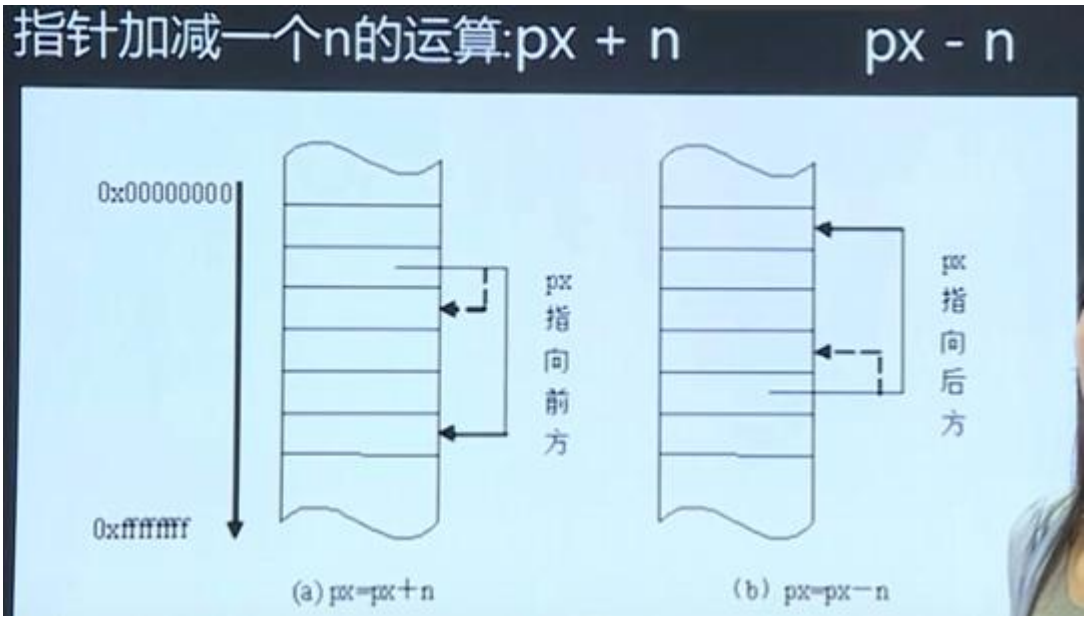
DAY_27　指针的运算

指针运算是以指针变量所存放的地址量作为运算量而进行的运算，指针运算的实质就是地址的计算，指针运算的种类是有限的，它只能进，赋值运算、算术运算和关系运算。

指针的算术运算见下表：

运算符	计算形式	意　义
+	px+n	指针向地址大的方向移动 n 个数据
-	px-n	指针向地址小的方向移动 n 个数据
++	px++或 px++	指针向地址大的方向移动 1 个数据
--	px--或 px--	指针向地址小的方向移动 1 个数据
-	px-py	两个指针之间相隔数据元数的个数

一、指针加减



➢ 代码实现参考 pointer3.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a = 10, *p;
    double b =3, *q;
    p = &a;
    q = &b;
```

```
    printf("%p %p\n", p, p + 2);
    printf("%p %p\n", q, q + 2);
    return 0;
}
```

注意:

不同据类型的两个指针实行加减整数运算是无意义的

px+n 表示的实际位置的地址量是(px) + sizeof(px 的类型)*n

px-n 表示的实际位置的地址量是(px) - sizeof(px 的类型)*n

二、两指针的加减运算

px - py 运算的结果是两指针指向的地址位置之间相隔数据的个数。因此，两指针相减不是两指针持有的地址值相减的结果。两指针相减的结果值不是地址量，而是一个整数值，表示两指针之间相隔数据的个数。

➢ 代码实现参考 pointer4.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[5] = {4, 8, 1, 2, 7};
    int *p, *q, *m;
    p = a;
    q = &a[3];

    printf("%p %p\n", p, q);
    printf("%d %d\n", *p, *q);
    printf("%d\n", q - p);

    m = p++;
    printf("%p %d\n", p, *p);
    printf("%p %d\n", m, *m);
    return 0;
}
```

三、两指针的关系运算

表 4.2 指针的关系运算符

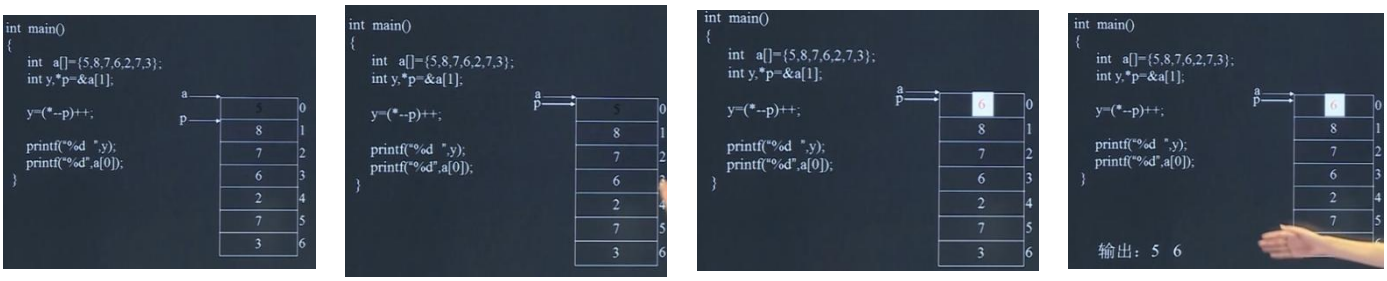
运算符	说明	例子
>	大于	px>py
<	小于	px<py
>=	大于等于	px>=py
<=	小于等于	px<=py
!=	不等于	px != py
==	等于	px == py

两指针之间的关系运算表示它们指向的地址位置之间的关系。指向地址大的指针大于指向地址小的指针。

指针与一般整数变量之间的关系运算没有意义,但可以和零进行等于或不等于的关系运算，判断指针是否为空。

➢ 代码实现参考 pointer5.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int *p = NULL;

    printf("%p %d\n", p, p);
    return 0;
}
```



四、指针当前的值

➢ 代码实现参考 pointer6.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int i, *p, a[7];
    p = a;
    for(i = 0; i < 7; i++) {
        scanf("%d", p++);
    }
    printf("\n");

    p = a;
    for(i = 0; i < 7; i++) {
        printf("%d", *p);
        printf("\n");
        p++;
```

```
    }
    return 0;
}
```

结果：

5
8
7
6
2
7
3

5
8
7
6
2
7
3

注意优先级！！！！

DAY_28　指针与一维数组

在 C 语言中，数组的指针是指数组在内存中的起始地址，数组元素的地址是指数组元素在内存中的起始地址

一维数组的数组名为一维数组的指针(起始地址)

例如：

double x[8];

因此，x 为 x 数组的起始地址

设指针变量 px 的地址值等于数组指针 x(即指针变量 px 指向数组的首元数)，则 x[i] 、*(px+i)、*(x+i) 和 px[i]具有完全相同的功能:访问数组第 i+1 个数组元素。

➢ 代码实现参考 pointer7.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[] = {1, 6, 9, 12, 61, 12, 21};
    int *p, i, n;

    p = a;
    n = sizeof(a) / sizeof(int);

    printf("%p %p %p\n", a, a+1, a+2);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        printf("%d %d %d %d \n", a[i], *(p+i), *(a+i), p[i]);
    }
    puts("");
    return 0;
}
```

注意:

指针变量和数组在访问数组中元素时一定条件下其使用方法具有相同的形式，因为指针变量和数组名都是地址量

但指针变量和数组的指针(或叫数组名)在本质上不同，指针变量是地址变量，而数组的指针是地址常量

编写一个函数，将整型数组中的 N 个数按反序存放，需用到指针。

➢ 代码实现参考 pointer8.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[] = {1, 6, 9, 12, 61, 12, 21};
    int *p, *q, n, t;
```

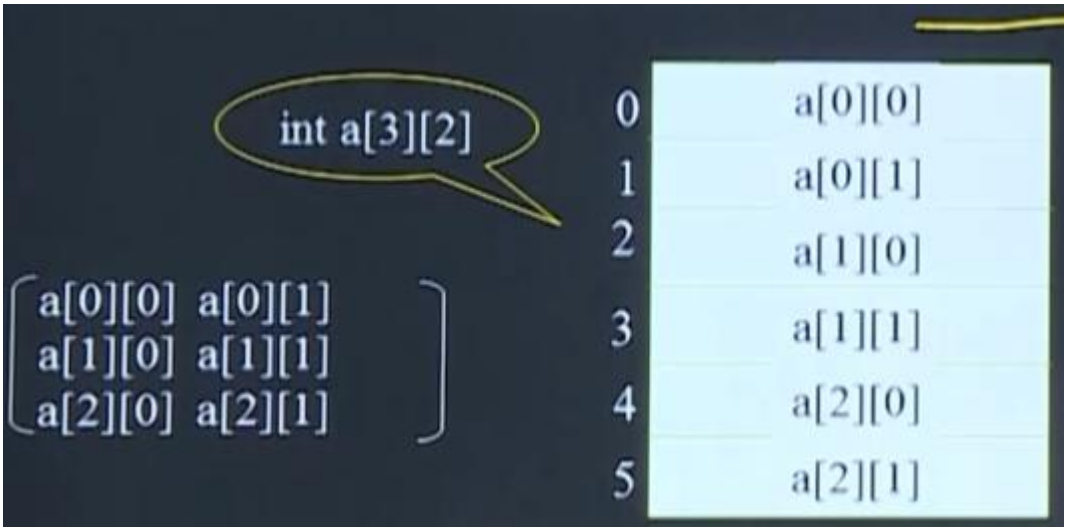
```
    n = sizeof(a) / sizeof(int);
    p = a;
    q = &a[n - 1];  /* 指向数组最后一个元素的地址 */

    while (p < q) {
        t = *p;
        *p = *q;
        *q = t;
        p++;
        q--;
    }

    for (t = 0; t < n; t++) {
        printf("%d ", a[t]);
    }
    puts("");
    return 0;
}
```

DAY_29　指针与二维数组

一、引入

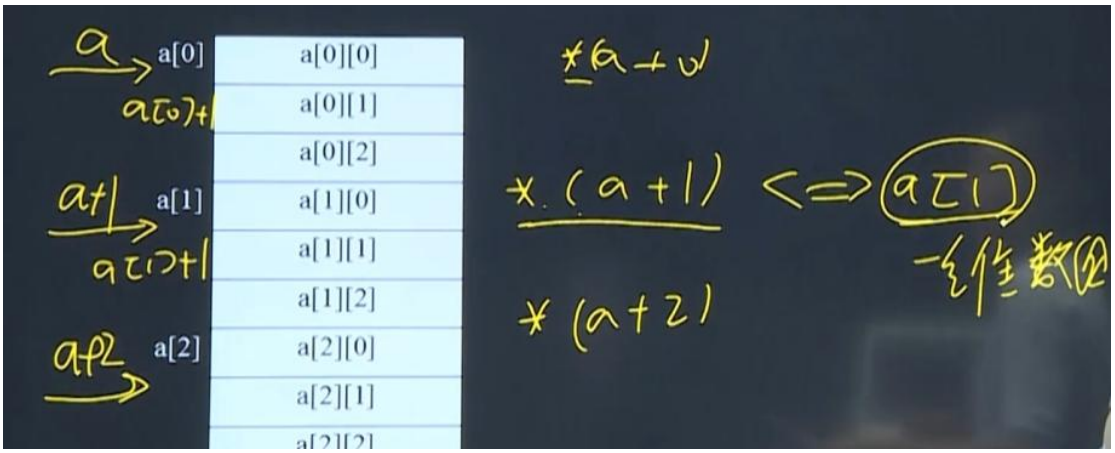
多维数组就是具有两个或两个以上下标的数组

在 C 语言中，二维数组的元素连续存储，按行优先存



编程实现，使用一级指针遍历二维数组。可把二维数组看作由多个一维数组组成。

比如 int a[3][3],含有三个元素:a[0]、a[1]、a[2]，元素 a[0]、a[1]、a[2]都是一维数组名。二维数组名代表数组的起始地址，数组名加 1，是移动一行元素。因此，二维数组名常被称为行地址。



二、行指针

行指针(数组指针)存储行地址的指针变量，叫做行指针变量。形式如下：

<存储类型> <数据类型> (*<指针变量名>)[表达式」;

例如 ,int a[2][3]; int (*p)[3];

方括号中的常量表达式表示指针加 1，移动几个数据。

当用行指针操作二维数组时，表达式一般写成 1 行的元素个数，即列数.

- 代码实现参考 pointer9.c

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

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[3][2] = {{1, 6}, {9, 12}, {61, 12}};
    int (*p)[2];    /* 行指针,[2]为列数 */

    p = a;
    printf("%d %d %d %d\n", a[1][1], p[1][1], *(*(a + 1) + 1), *(*(p
+ 1) + 1));
    /*
     *  1 6
     *  9 12
     *  61 12
     *  a[1][1]:先移动一行，此时 a[1]为数组名，a[1][1]为 a[1]行 a[1]
个元素，即为 12.（第 a[1]行 a[0]为 9）
     *  p[1][1]:先移动一行，此时 p[1]为数组名，p[1][1]为 p[1]行 p[1]
个元素，即为 12.（第 p[1]行 p[0]为 9）
     *  *(*(a + 1) + 1):先将 a 移动一行，取*，成为数组名，再加 1，取*，
成为值 12.
     *  *(*(p + 1) + 1):先将 p 移动一行，取*，成为数组名，再加 1，取*，
成为值 12.
     */

    return 0;
}
```

编程实现，使用行指针表示二维数组 int a[2][4]的元素 a[1][1].

- 代码实现参考 pointer10.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[3][2] = {{1, 6}, {9, 12}, {61, 12}};
    int (*p)[2], i, j;

    p = a;
    for (i = 0; i < 3; i++) {
        for (j = 0; j < 2; j++) {
            printf("%d ", p[i][j]); /* 不能写*p[i][j]，因为 p[i][j]
为值，不是地址 */
        }
        puts("");
    }
```

```
    return 0;
}
```

DAY_30　字符指针与字符串

一、引入

初始化字符指针是把内存中字符串的首地址赋予指针，并不是把该字符串复制到指针中

char strl]= “Hello World” ;

char *p= str;

在 C 编程中，当一个字符指针指向一个字符串常量时，不能修改指针指向的对象的值

char *p = “Hello World”；

*p = ‘h’;　// 错误，字符串常量不能修改

➢ 代码实现参考 pointer11.c

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    char ch1[] = "Hello, world!";
    char ch2[] = "Hello, C!";

    char *p = ch1;

    /* 第二个元素是字母 */
    if (isalpha(*(p + 1))) {
        /* 先对数组的元素移动，再取* */
        if (isupper(*(p + 1))) {
            *(p + 1) = tolower(*(p + 1));
            printf("%c\n", *(p + 1));   /* 打印转换为小写后的元素
*/
            printf("%s\n", p);  /* 打印转换后的字符数组 */
        } else {
            *(p + 1) = toupper(*(p + 1));
            printf("%c\n", *(p + 1));
            printf("%s\n", p);
        }
    }

    return 0;
}
```

不利用任何字符串函数，编程实现字符串连接函数的功能。

➢ 代码实现参考 pointer12.c

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

```c
int main(int argc, char *argv[])
{
    char ch[100] = "welcome";
    char *p = ", hello world!";

    int i = 0;

    /* 先找到 ch 的结束位置'\0' */
    while (*(ch + i) != '\0') {
        i++;
    }

    /* 再将 p 的内容复制到 ch 的结束位置 */
    while (*p != '\0') {
        *(ch + i) = *p;
        i++;
        p++;
    }

    /* 最后在 ch 的结束位置添加'\0',此时*p = '\0' */
    *(ch + i) = *p;

    puts(ch);

    return 0;
}
```

DAY_31　指针数组

一、引入

所谓指针数组是指由若干个具有相同存储类型和数据类型的指针变量构成的集合

指针数组的一般说明形式

<存储类型> <数据类型>* <指针数组名>[<大小>]

指针数组名表示该指针数组的起始地址

声明一个指针数组

double *pa[2]，a[2][3];

把一维数组 a[0]和 a[1]的首地址分别赋予指针变量数组的数组元数 pa[0]和 pa[1]

pa[0]=a[0] ;// 等价 pa[0]= &a[0][0];

pa[1]=a[1];//等价 pa[1]= &a[1][0];

此时 pa[0]指向了一维数组 a[0]的第一个元素 a[0][0],

而 pa[1]指向了一维数组 a[1]的第一个元素 a[1][0]

➢ 代码实现参考 pointer13.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int *p[3];  /* p[0] p[1] p[2] */
    int a[] = {3, 6, 1, 9, 10};

    p[0] = a;
    p[1] = a + 1;
    p[2] = a + 3;

    printf("%d %d %d\n", *p[0], *p[1], *p[2]);
    /* 不能写*(p + 1)，p[1]对应的是数组的指针（地址）*/
    printf("%d %d %d\n", *a, *(a + 1), *(a + 3));

    return 0;
}
```

➢ 代码实现参考 pointer14.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[2][3] = {{1, 4, 6}, {12, 9, 7}};  /* 数组名 a[0] a[1] */
    int *p[2];

    p[0] = a[0];   /*&a[0][0] */
```

```
    p[1] = a[1];   /* &a[1][0] */

    printf("%d\n", *(p[0] + 1));
    printf("%d\n", p[0][1]);

    return 0;
}
```

编程:利用指针数组处理一个二维数组，要求求出二维数组所有元素的和。

➢ 代码实现参考 pointer15.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[2][3] = {{1, 4, 6}, {12, 9, 7}};
    int *p[2] = {a[0], a[1]};
    int i, j, sum = 0;

    /* 遍历数组 */
    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            printf("%d ", *(p[i] + j));
            //printf("%d ", p[i][j]);
            //printf("%d ", *(*(a + i) + j)); /* p[i] = *(a + i),
p[i]指针对应数组名 a[i] */
        }
        puts("");
    }

    /* 二维数组求和 */
    for (i = 0; i < 2; i++) {
        for (j = 0; j < 3; j++) {
            //sum += *(*(p + i) + j);
            sum += p[i][j];
        }
    }
    printf("sum = %d\n", sum);

    return 0;
}
```

DAY_32　多级指针

一、引入

把一个指向指针变量的指针变量，称为多级指针变量。对于指向处理数据的指针变量称为一级指针变量，简称一级指针。而把指向一级指针变量的指针变量称为二级指针变量简称二级指针。

二级指针变量的说明形式如下

<存储类型> <数据类型> **<指针名>

➢ 代码实现参考 pointer16.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int m = 10;
    int *p, **q;

    p = &m;
    q = &p;

    printf("%p %p %d\n", &m, p, *p);
    printf("%p %p %d\n", p, q, **q);

    return 0;
}
```

二、多级指针的运算

指针变量加 1，是向地址大的方向移动一个目标数据。类似的道理，多级指针运算也是以其目标变量为单位进行偏移:

比如，int **p;p+1 移动一个 int*变量所占的内存空间。再比如 int***p，p+1 移动一个 int **所占的内存空间。

三、多级指针和指针数组

指针数组也可以用另外一个指针来处理。

➢ 代码实现参考 pointer17.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[] = {3, 6, 9};
    int *m;
    int *p[2] = {&a[0], &a[1]};   /* 指针数组里，皆为指针 */
    int **q;
```

```
    m = &a[0];  /* m 地址 指向 a 地址 */
    q = &p[0];  /* p[0]的地址，即为 p */
    q = p;      /* 等价 p[0]的地址 */

    printf("%d %d\n", a[0], *(a + 1));
    printf("%d %d\n", m[0], m[1]);
    printf("%d %d\n", *p[0], *(*(p + 1)));
    /*
     *  不能写*(p + 1)或 p[1]，p[1]指的是 a[1]的地址，而非值，
     *  但可以写*(*(p + 1))，这是指向 a[1]中的值
     */
    printf("%d %d\n", *q[0], *q[1]);
    return 0;
}
```

➢ 代码实现参考 pointer18.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    char *s[] = {"apple", "pear", "potato"};
    char **p;
    int i, n;

    p = &s[0];  //p = s;
    i = 0;
    /* 数组有三个字符串常量，每个字符串对应一个指针，除以指针所占空间数即为字符串个数 */
    n = sizeof(s) / sizeof(char *);

    while (i < n) {
        printf("%s\n", s[i]);
        printf("%s\n", p[i]);
        /* p[i]指向 s[i]，s[i]又为字符指针，指向字符串常量 */
        printf("%s\n", *p);
        /* p 为地址，与%s 不匹配，*p 取值，匹配 */
        i++;
    }
    return 0;
}
```

DAY_33　void 指针和 const 修饰符

一、void 指针

void 指针是一种不确定数据类型的指针变量，它可以通过强制类型转换让该变量指向任何数据类型的变量

一般形式为: void *<指针变量名称>;

对于 void 指针，在没有强制类型转换之前，不能进行任何指针的算术运算。

➢ 代码实现参考 pointer19.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int m = 10;
    double n = 3.14;

    void *p, *q;
    //p = (void *)&m; /* 强制类型转换，将 int 型指针转换为 void 型指针 */
    p = &m; /* 隐式类型转换，将 int 型指针转换为 void 型指针 */
    printf("%d %d\n", m, *(int *)p);    /* 强制类型转换，将 void 型指针转换为 int 型指针 */
    q = (void *)&n;
    printf("%0.2lf %.2lf\n", n, *(double *)q); /* 强制类型转换，将 void 型指针转换为 double 型指针 */
    /* 0.2lf 表示保留两位小数 */
    return 0;
}
```

使用 void 指针遍历一维数组。

➢ 代码实现参考 pointer20.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a[] = {5, 9, 1, 6 , 9, 10};
    int i, n;
    void *p;

    n = sizeof(a) / sizeof(int);
    p = a;  /* a 本身就是地址，不用& */

    for (i = 0; i < n; i++) {
```

```
        //printf("%d ", a[i]);
        printf("%d ", *((int *)p + i));
        //printf("%d ", ((int *)p)[i]);
        /*
         *  切记不可以*((int *)p[i]),
         *  []优先级比*高，会先 p[i]无强制类型转换而报错
         */
    }
    puts("");
    return 0;
}
```

二、const 变量

常量化变量的值

一般说明形式如下

const<数据类型>变量名 =[<表达式>];

常量化变量是为了使得变量的值不能修改，变量有 const 修饰时，若想用指针间接访问变量，指针也要有 const 修饰。const 放在指针声明的什么位置呢?

三、const 修饰指针

常量化指针变量及其目标表达式

一般说明形式如下

const<数据类型> *const<指针变量名> = <指针运算表达式>;

常量化指针目标是限制通过指针改变其目标的数值，但<指针变量>存储的地址值可以修改。

➢ 代码实现参考 const1.c

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int m = 10;
    const int *p;

    p = &m;
    (*p)++; /* 错误，const int *p 限制了通过 p 改变 m 的值 */

    return 0;
}
```

另外的，常量化指针变量

一般说明形式如下

<数据类型> *const <指针变量名称>[=<指针运算表达式>];

使得<指针变量>存储的地址值不能修改。但可以通过 *<指针变量名称>可以修改指针所

指向变量的数值。

此外也有，常量化指针变量及其目标表达式

一般说明形式如下

Const <数据类型> *const<指针变量名> = <指针运算表达式>

常量化指针变量及其目标表达式，使得既不可以修改<指针变量>的地址，也不可以通过*<指针变量名称>修改指针所指向变量的值。

➢ 代码实现参考 const2.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int m = 10;
    const int *p;   /* const 修饰*p, *p 不能改 */
    int *const q = &m;   /* const 修饰 q, q 不能改 */
    const int *const r = &m;

    p = &m; /* p 可以改 */
    //(*p)++; /* 错误，const int *p 限制了通过 p 改变 m 的值 */

    //q = &m; /* 错误， int *const q 限制了 q 指向 m，不能改变 q 指向其他变量 */
    (*q) = 20; /* *q 可以改 */

    r++;    /* const 修饰 r, r 不能改 */
    (*r)++; /* const 修饰*r, *r 不能改 */

    return 0;
}
```

DAY_34　函数的基本用法

一、函数

函数是一个完成特定功能的代码模块，其程序代码独立，通常要求有返回值，也可以是空值。

一般形式如下:

```
<数据类型> <函数名称> (<形式参数说明>) {
    语句序列;
    return[(<表达式>)];
}
```

<数据类型>是整个函数的返回值类型。return[(<表达式>)]语句中表达式的值，要和函数的<数据类型>保持一致。如无返回值应该写为 void 型。

<形式参数说明>是逗号"，"分隔的多个变量的说明形式。

大括弧对{<语句序列>}，称为函数体; <语句序列>是大于等于零个语句构成的。

函数的说明就是指函数原型。其中，<形式参数说明>可以缺省说明的变量名称，但类型不能缺省。例如，double Power(double x, int n); double Power(double, int);

二、函数的使用

函数的使用也叫函数的调用,形式如下:

```
函数名称((实际参数))
```

实参就是在使用函数时，调用函数传递给被调用函数的数据。需要确切的数据。

函数调用可以作为一个运算量出现在表达式中，也可以单独形成一个语句。对于无返回值的函数来讲，只能形成一个函数调用语句。

➢ 代码实现参考 fun1.c

```c
#include <stdio.h>

void show()
{
    printf("hello!\n");
}

int main() {
    printf("start>>>>>\n");
    show();
    printf("end>>>>>\n");
    return 0;
}
```

定义求 x^n 值的函数(x 是实数，n 为正整数)。

➢ 代码实现参考 fun2.c

```c
#include <stdio.h>

/*
```

```c
 *  x 是底数（double），n 是指数（int）
 *  函数返回是 double 类型的结果
 *  故函数类型为 double
 */
double power(double x, int n)   /* 先进行函数的说明 */
{
    double r = 1;   /* 底数初始值为 1 */
    int i;
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        /*
         *  i = 1 1*3 r=3
         *  i = 2 3*3 r=9
         *  i = 3 9*3 r=27
         *  i = 4 27*3 r=81
         */
        r *= x;
    }
    return r;   /* 返回 r 的值 */
}

int main() {
    double x, ret;
    int n;

    printf("请输入底数: ");
    scanf("%lf", &x);
    printf("请输入指数: ");
    scanf("%d", &n);

    /* 再实现函数的调用 */
    ret = power(x, n);    /* 需提供实际的参数 x, n */
    printf("结果是: %lf\n", ret);
    return 0;
}
```

DAY_35　函数的参数传递

一、传递方式

函数之间的参数传递方式:

全局变量

复制传递方式

地址传递方式

二、全局变量

全局变量就是在函数体外说明的变量，它们在程序中的每个函数里都是可见的。全局变量一经定义后就会在程序的任何地方可见。函数调用的位置不同，程序的执行结果可能会受到影响。**不建议使用。**

➢ 代码实现参考 fun3.c

```c
#include <stdio.h>

/* 作为全局变量 */
double x = 2, n = 3;

double power()
{
    double r = 1;
    int i;
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        r *= x; // r = r * x;
    }
    return r;
}

int main() {
    double ret;

    ret = power();    /* 调用了全局变量，不用传参 */
    printf("结果是: %.2lf\n", ret);
    return 0;
}
```

三、复制传递方式

调用函数将实参传递给被调用函数，被调用函数将创建同类型的形参并用实参初始化。形参是新开辟的存储空间，因此，**在函数中改变形参的值，不会影响到实参。**

➢ 代码实现参考 fun4.c

```c
#include <stdio.h>

double power(double a, int b)   /* 传递形参 a, b double a = x, int b = n */
{
    double r = 1;
    int i;
    for (i = 1; i <= b; i++) {
        r *= a; // r = r * a;
    }
    printf("&a = %p &b = %p\n", &a, &b);
    return r;
}

int main() {
    double ret;
    double x = 2;   /* 实参 x, n */
    int n = 3;

    printf("&x = %p &n = %p\n", &x, &n);

    ret = power(x, n);    /* 传递实参 */
    printf("结果是: %.2lf\n", ret);
    return 0;
}
```

四、地址传递方式（指针传递）

按地址传递，实参为变量的地址，而形参为同类型的指针。被调用函数中对形参的操作，

将直接改变实参的值(被调用函数对指针的目标操作，相当于对实参本身的操作)。

➢ 代码实现参考 fun5.c

```c
#include <stdio.h>

void swap(int *x, int *y) /* int *x = &a, int *y = &b */
{
    int temp;
    temp = *x;  /* x 是存地址，*x 是存值 */
    *x = *y;
    *y = temp;
    return;
}

int main() {
    int a = 10;
    int b = 20;

    printf("before: %d %d\n", a, b);
    swap(&a, &b);   /* 改变 a，b 的值（地址传递） */
    printf("after: %d %d\n", a, b);

    return 0;
}
```

编写一个函数，使用指针的方式，统计输入的字符串中小写字母的个数，并把字符串中的小写字母转化成大写字母。

➢ 代码实现参考 fun6.c

```c
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>

/* 函数声明 */
int calculate_lower_alpha(const char *p); /* const char *p = str, 常量指针 */
void swap_lower_to_upper(const char *p, char *ch);

int main(int argc, const char *argv[]) {
    char str[100] = {0};  /* 注意初始化是{0}，"\0"代表仅赋与两个字符 */
    scanf("%s", str);  /* str 本身就是地址，不需要&，%s 可以传递字符串 */
    int n;  /* 获取 calculate_lower_alpha 的返回值 */
    n = calculate_lower_alpha(str);
```

```c
    printf("lower alpha num: %d\n", n);

    char ch[100] = {0};
    swap_lower_to_upper(str, ch);
    printf("upper str: %s\n", ch);

    return 0;
}

int calculate_lower_alpha(const char *p) /* const char *p = str, 常量指针 */
{
    int num = 0;
    while (*p != '\0') {  /* while (*p) */
        if (islower(*p)) {
            num++;
        }
        p++; /* 指向下一个字符 */
    }

    return num;
}

void swap_lower_to_upper(const char *p, char *ch)
{
    strcpy(ch, p);  /* char *strcpy(char *restrict dst, const char *restrict src); */
    for (; *ch != '\0'; ch++) {
        if (islower(*ch)) {
            *ch = toupper(*ch);
        }
    }
}
```

DAY_36　数组再函数间传参

一、方式

全局数组传递方式

复制传递方式：

实参为数组的指针，形参为数组名(本质是一个指针变量)

地址传递方式：

实参为数组的指针，形参为同类型的指针变量

编写函数，计算一个一维整形数组的所有元素的和。

- 代码实现参考 fun7.c

```c
#include <stdio.h>

int array_sum(int data[], int n);

int main(int argc, const char *argv[]) {
    int a[] = {5, 9, 10, 3, 10};
    int sum = 0;

    /*
     *  这里应该传递数组的元素个数
     */
    sum = array_sum(a, sizeof(a) / sizeof(int));
    printf("sum = %d\n", sum);

    return 0;
}

/*
 *  int data[] = a; error
 *  int data[] = a; right  地址存地址
 *  在这里 data[]实际是一个指针
 */
int array_sum(int data[], int n)
{
    int ret = 0;
    int i;

    /*
     *  for (i = 0; i < sizeof(data) / sizeof(int); i++)错误
     *  他是 data 本质是一个指针，除以 int 的大小，得到的是指针的个数
     *  并非实际要求的数组的元素个数
```

```
     *  解决：需要引入参数 n，来表示数组的元素个数
     */
    for (i = 0; i < n; i++) {
        ret += data[i];
    }

    return ret;
}
```

数组的本质是指针，那么还可以这么写：

➢ 代码实现参考 fun8.c

```
#include <stdio.h>

int array_sum(int *data, int n);

int main(int argc, const char *argv[]) {
    int a[] = {5, 9, 10, 3, 10};
    int sum = 0;

    sum = array_sum(a, sizeof(a) / sizeof(int));
    printf("sum = %d\n", sum);

    return 0;
}

int array_sum(int *data, int n)
{
    int ret = 0;
    int i;

    for (i = 0; i < n; i++) {
        ret += data[i];
    }

    return ret;
}
```

编写函数，删除字符串中的空格。

➢ 代码实现参考 fun9.c

```
#include <stdio.h>

void delete_space(char *str1);
int main(int argc, const char *argv[]) {
    char s[] = "a   b  cd";
```

```
    delete_space(s);
    printf("%s\n", s);
    return 0;
}

/*
 *  s1 s1  s1
 *  |   |  |
 *  a      b       cd\0  ......
 *  ||  b
 *  s2  s2
 */
void delete_space(char *str1)
{
    char *str2 = str1;    /* char *str2;  str2 = str1*/
    while (*str1) {
        if (*str1 == ' ') { /* 遇到空格 */
            str1++; /* str1 继续走，str2 不动 */
        } else {
            *str2 = *str1; /* 把 str1 的值赋给 str2 */
            str1++; /* str1 继续走，str2 也走 */
            str2++;
        }
    }
    *str2 = *str1;  /* 把 str1 的'\0'给 str2 */
}
```

DAY_37　指针函数

一、引入

指针函数是指一个函数的返回值**为地址量**的函数

指针函数的定义的一般形式如下

```
<数据类型> *<函数名称>(<参数说明>) {
    语句序列;
}
```

下面程序是否有问题，若有问题，如何修改?

```
#include <stdio.h>
char    *mystring() {
    char str[20];
    strcpy(str, "Hello");
    return str;
}
int main(void)
{
    printf( "%s\n"， mystring());
    return 0;
}
```

问题 1:　inclede <string.h>

问题 2：函数内定义的局部数组 str 存储在栈内存中，函数执行结束后栈帧被销毁，返回的指针变成了指向无效内存的“野指针”。

直观比喻：相当于你在酒店（栈内存）开了一间房（str），放了东西（"Hello"），退房（函数结束）后把房间号（指针地址）告诉别人，别人按这个房间号去找东西时，房间已经被清理，东西早就不在了。

改正：1.全局变量（不推荐）。

2.静态局部变量。char str[20];改为 static char str[20];

3.字符串常量（不推荐）。

返回值：1.全局变量的地址；2.静态变量的地址；3.字符串常量的地址；4.堆上的地址

例:编写一个指针函数，删除一个字符串中的空格。

- 代码实现参考 pointer_fun1.c

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

char *delete_space(char *str1);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    char str[] = "a   b  cd";
    char copy[20];
```

```
    /* strcpy 返回值是目标的地址 */
    strcpy(copy, strcpy(str, delete_space(str)));

    printf("%s\n", delete_space(str));
    printf("%s\n", copy);

    return 0;
}

char *delete_space(char *str1)
{
    char *str2 = str1;
    char *start = str2; /* 记录 str2 的初始地址 */
    while (*str1) {
        if (*str1 == ' ') {
            str1++;
        } else {
            *str2 = *str1;
            str1++;
            str2++;
        }
    }
    *str2 = *str1;

    /*
     *  return str2; 等价于 return &str2[0];
     *  并非回到初始地址，str2 地址时刻在变
     */
    return start;
}
```

例:编写一个指针函数，实现字符串连接。

- 代码实现参考 pointer_fun2.c

```
#include <stdio.h>

char *my_strcat(char *dest, const char *src);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    /*
     *  初始化的数组长度仅为 1（只有终止符 '\0'），
     *  如果后续取消注释输入字符串，会直接导致数组溢出。
```

```
     */
    char input_dest[100] = {0};
    char input_src[100] = {0};

    printf("input dest:");
    gets(input_dest);
    printf("input src:");
    gets(input_src);

    printf("strcat: %s\n", my_strcat(input_dest, input_src));

    return 0;
}

char *my_strcat(char *dest, const char *src)
{
    char *start = dest;
    while (*dest != '\0') {
        dest++;
    }

    while (*src != '\0') {
        *dest = *src;
        dest++;
        src++;
    }

    *dest = *src;

    return start;
}
```

编写一个指针函数，把整数 123 转化成字符串"123"。

➢ 代码实现参考 pointer_fun3.c

```
#include <stdio.h>

char *itoa(int x);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int n;
    char *s;
    printf("input number: ");
```

```
    scanf("%d", &n);

    s = itoa(n);
    puts(s);

    return 0;
}

/**
 *  @brief 将整数转换为字符串
 *
 *  @param x 要转换的整数
 *  @return char* 指向转换后的字符串的指针
 */
char *itoa(int x)
{
    int r = 0; /* 余数 */
    int i = 0;
    static char p[50];  /* 静态数组，用于存储转换后的字符串 */

    /* 一直除 10，得到余数即为位数，也为最后一位数往前 */
    while (x) {
        r = x % 10; /* 余数，得到当前位的数字 */
        x /= 10;    /* 商 */
        p[i] = r + '0'; /* 将余数转换为字符 */
        i++;
    }
    p[i] = '\0';     /* 字符串结束符 */

    /* 反转字符串 */
    char *n = &p[i - 1]; /* 指向字符串的最后一个字符，  != n = p - 1
*/
    char *m = p; /* char *m = p == char *m = &p[0]   */

    while (m < n) {
        char temp = *m; /* 保存 m 当前指向的字符值（不是指针！） */
        *m = *n;
        *n = temp;
        m++;
        n--;
    }
    //*m = '\0'; /* 不需要手动追加结束符，n 指向明确 */
```

```
    return p;
}
```

DAY_38 递归函数与函数指针

一、递归函数

递归函数是指一个函数的函数体中直接或间接调用了该函数自身。

递归函数调用的执行过程分为两个阶段:

递推阶段:从原问题出发，按递归公式递推，从未知到已知，最终达到递归终止条件。

回归阶段:按递归终止条件求出结果，逆向逐步代入递归公式，回归到原问题求解。

编写一个递归函数，计算 n!

- 代码实现参考 digui1.c

```c
#include <stdio.h>

int fac(int x);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int n;
    printf("input number: ");
    scanf("%d", &n);

    printf("%d! = %d\n", n, fac(n));

    return 0;
}

/**
 *  @brief 递归计算阶乘
 *  @param x 阶乘的参数
 *  @return int 阶乘的结果
 */
int fac(int x)
{
    if ((x == 0) | (x == 1)) {
        return 1;
    }

    return x * fac(x - 1);
}
```

编写一个递归函数，计算斐波那契数列

一般而言，兔子在出生两个月后，就有繁殖能力，一对兔子能生出一对小兔子来。如果所有兔子都不死，那么一年以后能繁殖多少对兔子?

我们不妨拿新出生的一对小兔子分析一下：第一个月小兔子没有繁殖能力，所以还是一对；两个月后，生下一对小兔对数共有两对；三个月以后，老兔子又生下一对，因为小兔子还没有繁殖能力，所以一共是三对；四个月后为 5 对，以此类推。1 1 2 3 5 8.....

➢ 代码实现参考 digui2.c

```c
#include <stdio.h>

int fib(int x)

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int i = 1;
    int n;
    printf("请输入斐波那契数列的项数：  ");
    scanf("%d", &n);

    while (i <= n) {
        printf("%d ", fib(i));
        i++;
    }
    printf("\n");

    return 0;
}

/**
 *  @brief 递归计算斐波那契数列
 *  @param x 斐波那契数列的参数
 *  @return int 斐波那契数列的结果
 */
int fib(int x)
{
    if ((x == 1) | (x == 2)) {
        return 1;
    }

    return fib(x - 1) + fib(x - 2);
}
```

二、函数指针

函数指针用来存放函数的地址，这个地址是一个函数的入口地址。函数名代表了函数的入口地址。函数指针变量说明的一般形式如下：

<数据类型> (*<函数指针名称>) (<参数说明列表>);

<数据类型>是函数指针所指向的函数的返回值类型。

<参数说明列表>应该与函数指针所指向的函数的形参说明保持一致。

(*<函数指针名称>)中，*说明为指针（）不可缺省，表明为函数的指针。

- 代码实现参考 fun_pointer1.c

```c
#include <stdio.h>

int add(int x, int y);
int sub(int x, int y);
int mul(int x, int y);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int m, n;
    printf("请输入两个整数：(空格分隔) ");
    scanf("%d %d", &m, &n);

    int (*p)(int, int);
    p = add;
    printf("加法的结果为：%d\n", (*p)(m, n));
    p = sub;
    printf("减法的结果为：%d\n", (*p)(m, n));
    p = mul;
    printf("乘法的结果为：%d\n", (*p)(m, n));

    return 0;
}

int add(int x, int y)
{
    return x + y;
}

int sub(int x, int y)
{
    return x - y;
}

int mul(int x, int y)
{
    return x * y;
}
```

三、函数指针数组

函数指针数组是一个保存若干个函数名的数组。一般形式如下：

<数据类型> (*<函数指针数组名称> [<大小>]) (<参数说明列表>);

其中，<大小>是指函数指针数组元数的个数；其它同普通的函数指针。

➢ 代码实现参考 funp_array1.c

```c
#include <stdio.h>

int add(int x, int y);
int sub(int x, int y);
int mul(int x, int y);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int m, n;
    printf("请输入两个整数：(空格分隔) ");
    scanf("%d %d", &m, &n);

    int (*p[3])(int, int); /* 函数指针数组：存放函数地址 */
    p[0] = add;
    printf("加法的结果为：%d\n", (*p[0])(m, n));
    p[1] = sub;
    printf("减法的结果为：%d\n", (*p[1])(m, n));
    p[2] = mul;
    printf("乘法的结果为：%d\n", (*p[2])(m, n));

    return 0;
}

int add(int x, int y)
{
    return x + y;
}

int sub(int x, int y)
{
    return x - y;
}

int mul(int x, int y)
{
    return x * y;
}
```

编程：调用 C 库中的 qsort 函数来实现整形数组的排序。

➢ 代码实现参考 funp_array2.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>   /* qsort 需要*/

int cmp(const void *p, const void *q);

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int s[] = {89, 23, 10, 8, 7, 61}, n, i;
    n = sizeof(s) / sizeof(int);

    /**
     *  @brief 对数组 s 进行排序
     *
     *  @param s 数组名
     *  @param n 数组元素个数
     *  @param sizeof(int) 每个元素的字节数
     *  @param cmp 比较函数指针（函数指针，存函数名，返回值 int）
     *  void qsort(void base[.size * .nmemb], size_t nmemb, size_t
size,
     *  int (*compar)(const void [.size], const void [.size]));
     */
    qsort(s, n, sizeof(int), cmp);

    for (i = 0; i < n; i++) {
        printf("%d ", s[i]);
    }
    puts(" ");

    return 0;
}

/**
 *  @brief 比较函数，用于 qsort 排序
 *
 *  @param p 指向第一个元素的指针
 *  @param q 指向第二个元素的指针
 *  @return int 比较结果（-1：p 小于 q；0：p 等于 q；1：p 大于 q）
 */
int cmp(const void *p, const void *q)
{
    /* void *p 需要强制类型转换 */
```

```
    return (*(int *)p - *(int *)q);
}
```

DAY_39 #define 与 typedef

一、宏定义

#define 叫做宏定义,语法格式:

#define 名字 值

#define Pl 3.14159

1.结尾没有分号。

2.和#include 一样，在预处理阶段执行，文本替换。

3.值可以是数字、表达式、代码语句等。

4.宏定义的好处，便于程序的阅读和维护。

➢ 代码实现参考 define1.c

```c
#include <stdio.h>
#define N 10
#define M (3 + 2)
#define Q 3 + 2


int main(int argc, const char *argv[])
{
    int a[N] = {0};
    a[0] = 100;
    printf("%d\n", a[0]);
    printf("%d\n", M * 2);  /* (3 + 2) * 2 */
    printf("%d\n", Q * 2);  /* 3 + 2 * 2*/

    return 0;
}
```

编程：一个水分子的质量约为 3.0*10^-23g，1 夸脱水大约有 950g，编写一个程序，要求输入水的夸脱数，然后显示这么多水中包含多少水分子。

二、没有值的宏定义

#include 是一个预处理指令，预处理这个动作发生在编译之前:

#include 的作用是，在预处理时，将文件中的全部文本内容复制粘贴到#include 所在的位置。

三、#define 名字

1.这种宏定义，是用于条件编译的，配合其它的预处理指令来检测这个宏是否被定义过。

```
#define DEBUG
#ifdef DEBUG
    printf("%s:This error is in \"%s\"on line %d.\n",__FUNCTION__, __FILE__,
__LINE__);
#endif
```

当运行时,这三个宏分别能返回所在的函数，所在的文件名和所在的行号。

➢ 代码实现参考 define2.c

```c
#include <stdio.h>
#define M 3.0E-23
#define K 950
#define _DEBUG_

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int n;
    printf("请输入夸克数：  ");
    scanf("%d", &n);
    printf("夸克数为：  %e\n", n * K / M);

#ifdef _DEBUG_
    printf("%s %s %d\n", __FUNCTION__, __FILE__, __LINE__);
#endif

    return 0;
}
```

```
kd@localhost:/mnt/e/C/C Sources$ ./a.out
请输入夸克数：  1
夸克数为：  3.166667e+25
main define2.c 14
```

四、<>和""有什么区别

#include <stdio.h>

#include "head.h"

使用尖括号<>，编译器会到标准库路径下查找头文件/usr/include

使用双引号""，编译器首先在当前目录下查头文件，如果没有有找到，再到标准库路径下查找。

➢ 代码实现参考 haed.h　　define3.c(文件需放同一目录)

head.h

```c
int global_a = 100;
```

define3.c

```c
#include <stdio.h>
#include "head.h"
#define _DEBUG_

int main(int argc, const char *argv[])
{
```

```
    printf("global_a = %d\n", global_a);
#ifdef _DEBUG_
    printf("%s %s %d\n", __FUNCTION__, __FILE__, __LINE__);
#endif

    return 0;
}
```

```
kd@localhost:/mnt/e/C/C Sources$ ./a.out
global_a = 100
main define3.c 9
```

五、宏的消除#undef 与重用

➢ 代码实现参考 undef.c

```
#include <stdio.h>
#define N 100
#define _DEBUG_

int main(int argc, const char *argv[])
{
    printf("N = %d\n", N);
#ifdef _DEBUG_
    printf("%s %s %d\n", __FUNCTION__, __FILE__, __LINE__);
#endif
#undef N    /* 取消定义 N */
#define N 200   /* 重新定义 N */
    printf("N = %d\n", N);

    return 0;
}
```

六、宏定义与 const 常量的区别

1.定义的区别

宏用#define 声明，const 常量用 const + 数据类型声明。

宏最后没用分号，const 常量声明需要用分号表示语句结束。

宏不需要用等号赋值，cosnt 常量需要用等号赋值。

2.处理阶段阶段的不同

宏定义在预处理阶段进行文本替换。

const 常量在程序运行时使用。

3.存储方式不同

宏定义是直接替换，不会分配内存，存储于程序的代码段中

const 常量需要进行内存分配。

4.是否进行类型检查

宏定义是字符替换，不进行类型检查。

const 常量定义时需要声明数据类型，使用时会进行类型检测。

5.宏定义可以声明函数。

6.定义后能否取消

宏定义可以通过#undef 来使之前的宏定义失效。

const 常量定义后将在定义域内永久有效

```
void f1()
{
#define N 12
    const int n = 12;
#undef N//取消宏定义后，即使在 f1 函数中，N 也无效
#define N 21//取消后可以重新定义
}
```

七、typedef 的用法

什么是 typedef？typedef 是在 C 和 C++编程语言中的一个关键字。作用是为现有的数据类型(int、float、char……)创建一个新的名字。目的是为了使代码方便阅读和理解。

1.对于数据类型使用

```
typedef int /Integer;
```

以上就是给 int 起了一个新的名字 Integer，注意要加分号。当要定义 i 类型数据时就可以:

```
Integer num;
```

此时 Integer num 等同于 int num。

2.对于指针的使用

```
typedef int * PTRINT;
```

以上就是给 int *起了一个新的名字 NEW_INT。可定义 int 类型指针变量如:

```
PTRINT X;
```

此时 PTRINT x 等同于 int *x。

3.对于结构体的使用

在声明结构体时可为结构体和结构体指针起别名，如

```
typedef struct NUM
{
    int a;
    int b;
}DATA, *PTRDATA;
```

此时 DATA 等同于 Struct NUM，PTRDATA 等同。

➢ 代码实现参考 typedef1.c

```c
#include <stdio.h>

typedef unsigned char uchar;
typedef unsigned char *puchar;

int main(int argc, const char *argv[])
{
```

```
    unsigned char ch1 = 'A';
    uchar ch2 = '8';
    puchar p, q;
    puchar *r; /* 二级指针 */

    p = &ch1;
    q = &ch2;
    r = &p;

    printf("%c  %c  %c\n", ch1, *p, **r);
    printf("%c  %c\n", ch2, *q);

    return 0;
}
```

4.数组指针

int (*ptr)[3];

使用 Typedef:

typedef int (*PTR_TO_ARRAY)[3];

- 代码实现参考 typedef2.c

```
#include <stdio.h>
typedef int (*PTR_TO_ARREY)[3];

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int a[3] = {6, 8, 10};
    //int (*p)[3];
    PTR_TO_ARREY M;
    int i;

    M = &a;
    for (i = 0; i < 3; i++) {
        printf("%d  %d\n", a[i], (*M)[i]);
    }

    return 0;
}
```

5.函数指针

int (*fun)(int);

使用 Typedef:

typedef int (*PTR_ TO_FUN)(int);

- 代码实现参考 typedef3.c

```c
#include <stdio.h>

typedef int (*FUN_P)(int);
int sum(int n) {
    int i, sum = 0;
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        sum += i;
    }
    return sum;
}

int main(int argc, const char *argv[])
{

    //int (*fun_p)(int);
    FUN_P fun_p;
    fun_p = sum;    /* 指向 sum 函数 */

    printf("sum = %d\n", (*fun_p)(100));
    return 0;
}
```

八、#define 于 typedef 的区别

1.语法形式不同

typedef 是 C 语言的关键字，用于创建类型别名，它需要使用标识符和现有的类型进行配合。

#define 是预处理指令，用于创建宏定义，它可以定义任意的标识符和文本替换。

[注意]typedef 定义是语句，因为句尾要加上；而 define 不是语句，千万不能在句尾加分号。

2.执行时间不同

关键字 typedef 在编译阶段有效，有类型检查的功能。

#define 则是宏定义，发生在预处理阶段，也就是编译之前，它只进行简单而机械的文本替换，而不进行任何检查。

3.作用域不同

typedef 有作用域限定，如果放在所有函数之外，它的作用域就是从它定义开始直到文件尾；如果放在某个函数内，定义域就是从定义开始直到该函数结尾;

#define 不受作用域约束,只要是在#define 声明后的引用都是正确的；不管是在某个函数内，还是在所有函数之外，作用域都是从定义开始直到整个文件结尾。

九、#define 定义宏（宏函数）

1.无参宏

```
#define debug printf( "hello world")
int main(
{
```

```
        debug;
        return 0;
    }
```

➢ 代码实现参考 define4.c

```c
#include <stdio.h>
#define DEBUG printf("line = %d\n", __LINE__)

int main(int argc, const char *argv[])
{
    printf("start debug>>>>>\n");
    DEBUG;

    return 0;
}
```

2.带参宏

语法：

#define 宏名(形参列表) 字符串

不是进行简单的字符串替换，还要进行参数替换。

➢ 代码实现参考 define5.c

```c
#include <stdio.h>
#define DEBUG_1 printf("DEBUG_1 line = %d\n", __LINE__)
#define DEBUG_2(s) printf("%s", s)

int main(int argc, const char *argv[])
{
    printf("start debug>>>>>\n");
    DEBUG_1;
    DEBUG_2("debug end.\n");

    return 0;
}
```

3.宏函数

➢ 代码实现参考 define6.c

```c
#include <stdio.h>

#define MAX(a, b) (a) > (b) ? (a) : (b) /* if (a > b) a else b */

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int m = 100, n = 200;
    printf("MAX = %d\n", MAX(m + 300, n));
```

```
    return 0;
}
```

DAY_40　变量存储类型 auto、register、static、extern

一、变量的说明

变量在程序中使用时，必须预先说明它们的存储类型和数据类型。变量说明的一般形式是:

<存储类型>　<数据类型>　<变量名>;

<存储类型>是关键词 auto、register、static 和 extern;

<数据类型>可以是基本数据类型，也:是自定义的。

二、变量的存储类型

变量的存储类别决定了:

变量的作用域: 变量能够被使用的范围;针对的是程序编译链接阶段。

生命周期: 变量创建(分配存储空间)到变量销毁(释放存储空间)之间的时间段(即变量的存在时间);针对的是程序的执行阶段。

初始值

三、auto 存储类型

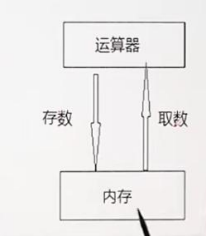
auto 说明的变量只能在某个程序范围内使用，通常在函数体内或函数中的复合语句里。(默认是随机值)，不能是全局变量。

➢ 代码实现参考 auto.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char *argv[])
{
    while (1) {
        auto int a;
        printf("a = %d\n", a);
    }
    //a++;  /* a 出循环被销毁 */

    return 0;
}
```

四、register 存储类型

变量的值是存放在内存中的。当程序中用到哪个变量的值时，有控制器发出指令将内存中该变量的值送到运算器中。经过运算器进行运算，如果需要存数，再从运算器将数据送到内存中存放。



如果一些变量使用频繁，为提高执行效率，允许将局部变量的值放在 CPU 中的寄存器中。需要用时直接从寄存器中取出参加运算，不必再到内存中去取。由于对寄存器的存取速度远高于对内存的存取速度，因此这样可以提高执行效率。

register 称为寄存器型，用于定义局部变量，表示该变量尽可能存储在 CPU 的寄存器中，提高访问速度，初始值随机;寄存器是 CPU 内部的高速存储单元，比内存访问速度快很大，但数量有限，因此如申请不到就使用一般内存，同 auto; **不能用"&"来获取 register 变量的地址。**

➢ 代码实现参考 register.c

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, const char *argv[])
{
    register int i = 0;

    for (i = 0; i <= 2E25; i++) {
        /*
         *  模拟 i 频繁操作
         *  GCC 编译时，为防止编译器优化代码，在命令后输入-O0
         *  执行命令前加上 time 查看执行时间
         *  gcc register.c -Wall -O0
         *  time ./a.out
         */
    }

    printf("end main\n");

    return 0;
}
```

五、static 存储类型

static 变量称为静态存储类型的变量，定义全局变量或局部变量，表示变量在程序运行期间一直存在，默认初始值为 0。

局部变量使用 static 修饰,有以下特点:

1.在内存中以固定地址存放的，而不是以堆栈方式存放。

2.只要程序没结束，就不会随着说明它的程序段的结束而消失，它下次再调用该函数，该存储类型的变量不再重新说明，而且还保留上次调用存入的数值。

➢ 代码实现参考 static.c

```c
#include <stdio.h>

void fun() {
    static int a = 10;
    a++;
    printf("%d %p\n", a, &a);
```

```
}

int main(int argc, const char *argv[])
{
    int i = 0;
    while (i < 5) {
        fun();
        i++;
    }

    return 0;
}
```

```
kd@localhost:/mnt/e/C/C Sources$ ./a.out
11 0x5c7620464010
12 0x5c7620464010
13 0x5c7620464010
14 0x5c7620464010
15 0x5c7620464010
```

发现，程序结束后 a 没有被销毁，后续调用 a 依旧在。

六、extern 存储类型

extern 称为外部参照引用型，使用 extern 说明的变量是想引用在其它文件中函数体外部说明的变量。extern 的核心作用是声明外部变量，此时不会为变量分配内存，仅在链接阶段去其他文件中查找该外部变量的定义。

extern 声明外部变量：

当需要在一个文件中使用另一个文件定义的全局变量时，必须在当前文件中用 extern 进行声明。当前文件中的 extern 声明只是对外部变量的引用，变量的实际定义在其他文件中。

➢ 代码实现参考 extern1.c　extern2.c　extern3.c

extern1.c

```
int global_a = 100;
```

extern2.c

```
#include <stdio.h>

extern int global_a;    /* 在其他文件的外部变量声明 */

int main(int argc, const char *argv[])
{
    /*
     *  gcc 编译时，需将 extern1.c 也编译进来
     *  gcc extern1.c extern2.c extern3.c -Wall
     *  ./a.out
```

```
     */
    printf("global_a = %d\n", global_a);

    return 0;
}
```

此外，**还需要留意，经由 static 修饰的全部变量，其它文件无法使用！！！**
并且，extern 可以声明外部函数。当你希望在一个文件中调用另一个文件中定义的函数时，需要在当前文件中使用 extern 进行函数的声明；在当前文件中，它只是一个未定义的外部函数引用，实际定义在其它文件中。

- 代码实现参考 extern1.c　extern2.c　extern3.c

extern3.c

```
#include <stdio.h>

//static int m = 10;  /* 无法给外部文件使用 */
void printf_hello() {
    printf("hello world\n");
    /* gcc extern1.c extern2.c extern3.c -Wall */
}
```

extern2.c

```
#include <stdio.h>

extern int global_a;    /* 在其他文件的外部变量声明 */
extern void printf_hello();

int main(int argc, const char *argv[])
{
    /*
     *  gcc 编译时，需将 extern1.c 也编译进来
     *  gcc extern1.c extern2.c -Wall
     *  ./a.out
     */
    printf("global_a = %d\n", global_a);
    printf_hello();

    return 0;
}
```

DAY_41　结构体 struct 与共用体 union

DAY_42 动态内存分配 malloc/calloc/realloc/free

DAY_43　文件操作（文件 I/O 函数）

DAY_44 枚举（enum）

附录