段江涛

计算机导论与程序设计 [CS006001018,X05]

机试练习参考程序代码

2020 年 11 月 26 日

Springer

目录

Chapter 1
第 1 次机试练习: 熟悉 DEV-C++ 开发平台, 基本输入输出语句练习

1.1 计算球体重量

已知铁的比重是 7.86(克/立方厘米)，金的比重是 19.3(克/立方厘米)。写一个程序，分别计算出给定直径的铁球与金球的质量，假定 PI=3.1415926

输入说明：

输入两个整数，分别表示铁球与金球的直径（单位为毫米）

输出说明：

输出两个浮点数，分别表示铁球与金球的质量（单位为克），小数点后保留 3 位小数，两个浮点数之间用空格分隔

输入样例：

100 100

输出样例：

4115.486 10105.456

提示:

用scanf输入，用 printf输出，保留 3 位小数的格式控制字符为%.3f

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>    // 数学库函数
#define PI 3.1415926
int main()
{
    int a,b;
    scanf("%d%d",&a,&b);
    float v1= 4.0/3.0*pow(a/2.0/10,3)*PI;
    float v2= 4.0/3.0*pow(b/2.0/10,3)*PI;
    printf("%.3f␣%.3f\n",7.86*v1,19.3*v2);
    return 0;
}
```

Note 1.1 (要点).

1. 整数除以整数, 结果为整数。
   4.0/3.0 结果是浮点数，4/3 结果是整数
2. 化简公式会引起精度问题, 不要随意化简公式。
3. pow 函数原型: double pow(double x,double y)
   当形参数是整数时, 由于精度问题，不要使用此函数计算 x^y. 推荐使用循环语句, 易计算 x^y。如果必要, 可自定义函数: int mypow(int x,int y)。见课件。

1.2 温度转化

已知华氏温度到摄氏温度的转换公式为：摄氏温度 = (华氏温度- 32)×5/9，写程序将给定的华氏温度转换为摄氏温度输出。

输入说明：
只有一个整数，表示输入的华氏温度

输出说明：
输出一个表示摄氏温度的实数，小数点后保留 2 位有效数字，多余部分四舍五入

输入样例：
50

输出样例：
10.00

提示：
用 scanf 输入，用 printf 输出，保留 2 位小数的格式控制字符为

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int f;
    float c;
    scanf("%d",&f);
    c = (f-32)*5.0/9;       // (1)
    //c = (f-32)*5/9;       // (2)
    printf("%.2f\n",c);
    return 0;
}
```

Note 1.2 (思考). 为何语句 (1),(2) 计算结果不一致, 哪一条语句正确?

1.3 整数简单运算

编写程序，计算用户输入的两个整数的和、差、乘积（*）和商（/）。

输入格式：输入两个整数，整数之间用空格分隔。

输出格式：输出四个整数结果，分别表示和、差、积和商，每输出一个结果换行。

输入样例：

3 4

输出样例：

7

-1

12

0

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    int a,b;
    scanf("%d%d",&a,&b);
    printf("%d\n%d\n%d\n%d\n",a+b,a-b,a*b,a/b);
    return 0;
}
```

Note 1.3 (思考). b=0 时如何处理?

1.4 A+B+C

通过键盘输入三个整数 a，b，c，求 3 个整数之和。

输入说明：

三整形数据通过键盘输入，输入的数据介于-100000 和 100000 之间，整数之间以空格、跳格或换行分隔。

输出说明：

输出 3 个数的和。

输入样例：

-6 0 39

输出样例：

33

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

1.5 字符输入输出

通过键盘输入 5 个大写字母，输出其对应的小写字母，并在末尾加上“!”。

输入说明：

5 个大写字母通过键盘输入，字母之间以竖线“|”分隔。

输出说明：

输出 5 个大写字母对应的小写字母，之间无分隔，并在末尾加上‘!’。

输入样例：

H|E|L|L|O

输出样例：

hello!

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    char c1,c2,c3,c4,c5;
    scanf("%c|%c|%c|%c|%c",&c1,&c2,&c3,&c4,&c5);
    c1+=32; c2+=32; c3+=32; c4+=32; c5+=32;
    printf("%c%c%c%c%c!",c1,c2,c3,c4,c5);
    return 0;
}
```

Note 1.4 (要点). scanf(”原样输入”,...);

Note 1.5. (大小写字符转化关系) 小写字符 ASCII 码 = 大写字符 ASCII 码 +32

1.6 数字字符

通过键盘输入 1 个整数a(0<=a<=4),1 个数字字符b('0'<=b<='5')求 a+b。

输入说明：

整形数据、数字字符通过键盘输入，输入的整形数据介于 0 和 4 之间，输入的数字字符介于‘0’和‘5’之间，二个输入数之间用“,”分隔。

输出说明：

分别以整数形式及字符形式输出 a+b，输出的二个数之间用“,”分隔。

输入样例：

3,5

输出样例：

56,8

```c
#include<stdio.h>
int main()
{
    int a;
    char b;
    scanf("%d,%c",&a,&b);
    printf("%d,%c",a+b,a+b);
    return 0;
}
```

Note 1.6. (scanf 函数) scanf("原样输入",...);

Note 1.7. (整型数值与字符混合运算) 字符对应的 ASCII 编码参与整数运算, 其结果也是整数。注意'0'与0不同, 本例中输入 0,0, 则a=0,b='0', 变量 a 的值是整数 0, 变量 b 的值是字符'0'对应的 ASCII 编码, 即整数 48。

1.7 实数运算

通过键盘输入长方体的长、宽、高，求长方体的体积 V(单精度)。
输入说明：
十进制形式输入长、宽、高，输入数据间用空格分隔。
输出说明：
单精度形式输出长方体体积 V，保留小数点后 3 位，左对齐。
输入样例：
15 8.12 6.66
输出样例：
811.188

```c
#include<stdio.h>
int main()
{
    float a,b,c;
    scanf("%f%f%f",&a,&b,&c);
    printf("%.3f",a*b*c);
    return 0;
}
```

Note 1.8. (精度问题) 32 位编译器: a*b*c 与 a*c*b 结果一致。但是在 64 位编译器中, 二者不一致。
因此, 浮点数运算会存在精度问题, 不要随意改变运算顺序。

Chapter 2
第 2 次机试练习: 选择与循环语句练习

Note 2.1 (不该再次发生的常见错误, 输入输出格式转换符不对应, 导致的严重错误).

```
int a; float b; double c; char d;
scanf("%d",a); // 遗忘变量前的取地址符&
scanf("%d\n",&a); // 多余'\n', 导致不能正常输入
scanf("%d%f%lf%c",&a,&b,&c,%d); // 正确对应关系
scanf("%d%c%f",&a,&c,&b); // 正确对应关系
printf("%d,%f,%lf,%c",a,b,c,d); // 正确对应关系
```

Note 2.2 (不该再次发生的常见错误, 有 ';' 引发的悲剧).

```
if();
{
...
}

while();
{
...
}

for(;;);
{
...
}
```

Note 2.3 (用 C 语言关系表达式准确表达数学含义).

```
int a;
if(110<=a<=210) // 错误
{ }
if(110<=a && a<=210) // 正确
{ }
if(a>=110 && a<=210) // 正确
{ }
```

Note 2.4 (学习体会编程技巧).

- 使用printf()语句, 追踪程序执行细节, 查找出错原因。
- 对于条件结构，循环结构，首先书写整体结构，再添加细节，避免低级错误。
- 提倡一题多解, 举一反三, 体会编程技巧。

2.1 四则运算

输入两个整数和一个四则运算符，根据运算符计算并输出其运算结果（和、差、积、商、余之一）。注意做整除及求余运算时，除数不能为零。

输入说明：

使用 scanf() 函数输入两个整数和一个运算符，格式见输入样例。

输出说明：

输出使用 printf() 函数，格式见输出样例。

输入样例：

5%2

输出样例：

5%2=1

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    int a,b;
    char op;
    scanf("%d%c%d",&a,&op,&b);
    switch(op)
    {
        case '+': printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a+b); break;
        case '-': printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a-b); break;
        case '*': printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a*b); break;
        // 注意分母为0时, 不会正确运算/,%
        case '/': if (b!=0) printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a/b); break;
```

```
            case '%': if (b!=0) printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a%b); break;
        }
        return 0;
    }
```

Note 2.5 (printf 双引号中的% 输出, %% 表示输出%).

```
            int a,b;
            char op;
            printf("%d%%%d=%d\n",a,b,a%b);
            // 或当 op='%'时
            printf("%d%c%d=%d\n",a,op,b,a%b);
```

2.2 数位输出

输入一个 5 位整数，求出其各数位数值，并按照从高位到低位的顺序输出，如：输入 12345，输出为 1 2 3 4 5。

输入说明：

输入一个五位正整数。

输出说明：

按数位从高到低依次输出，各数位之间以一个空格相分隔。

输入样例：

96237

输出样例：

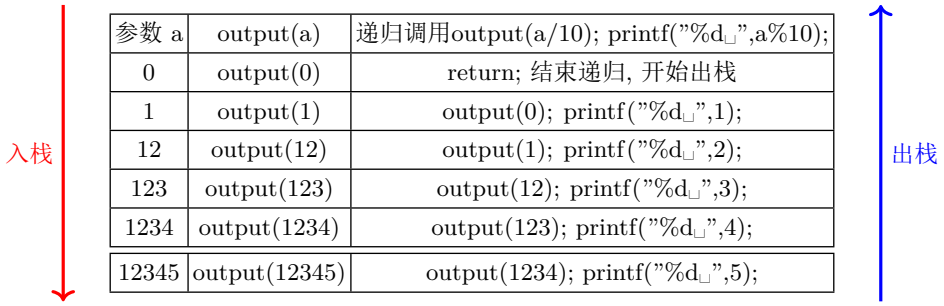
9 6 2 3 7

```c
#include<stdio.h>
/*******************************************************
 5位整数已知. 首先用10000除以整数a(分子), 得到分子最高位。
 改变分子分母, 循环迭代, 依次获得分子的最高位。
*******************************************************/
int main1()
{
    int a,b=10000,i=5; // i记录整数a的初始位数
    scanf("%d",&a);
    while(i>=1)
    {
        if (i==1) printf("%d\n",a/b); // 输出当前a的最高位
        else printf("%d ",a/b);
        a = a-a/b*b;  // 去除当前a的最高位，准备下轮迭代的分子a
        b/=10; // b=b/10, 准备下轮迭代的分母b
        i--;
    }
    return 0;
}

/*******************************************************
 假设不知整数a的位数。
 除10取余，迭代循环，可方便获取整数a的个位，十位，百位，千位，...
 利用数组存储个位，十位，百位，千位，... 最后反序输出即是所求。
*******************************************************/
int main2()
{
    int a, tmp[100]; // tmp数组存储100(估计的最大值)个整数，用tmp[0],tmp
    [1],tmp[2],...读写各个整数。
    int i=0, j;          // i: 记录整数a的位数
    scanf("%d",&a);
    if(a==0) // 考虑整数0的特殊情况，直接输出即可。
    {
        printf("%d\n",a);
    }
    else // 因为循环语句判断a是否为0, 因此要有上述判断才能考虑到所有可能情
    况的发生
    {
        while(a!=0) // 迭代逆序求出整数a的各位数字
        {
            tmp[i]=a%10; // 存储本轮循环a的末位数
```

```
            //printf("调试查看tmp[i]=%d\n",tmp[i]); // 提交时，别忘了注释或删除调试语句
            a=a/10;         // 改变分子，准备下轮循环
            i++;            // 位数递增
        }
        //printf("调试查看i=%d\n",i);
        //  逆序输出tmp，此时的i是整数a的位数，注意tmp的下标从i-1开始到下标0结束。
        for(j=i-1;j>=0;j--)
        {
            printf("%d ",tmp[j]);
        }
    }
    return 0;
}

/*****************************************************
 假设不知整数a的位数。
 利用递归函数求解，a==0的情况在函数外处理输出较方便。
 因此该函数仅考虑a!=0的情况。
*****************************************************/
void output(int a)
{
    if(a!=0) // 如果考虑a==0的情况，不好判断是初始a=0还是迭代后a=0的情况。这里考虑后者。前者的处理留给调用它的程序。
    {
        // '栈'是一种'先进后出'的数据结构
        output(a/10); // 递归调用，函数参数会自动存储在系统维护的'栈'中。
        printf("%d ",a%10);  // 从内部存储'栈'中，依次弹出各位数，输出之。
    }
    else // a==0 ,可省略else语句，隐含结束递归调用
    {
        return; // 函数结束，注意本函数无返回值，因此return后无表达式。
    }
}

int main()
{
    int a;
    scanf("%d",&a);
    if(a==0) // 考虑整数0的特殊情况，直接输出即可。
```

```
    {
        printf("%d\n",a);
    }
    else
    {
        output(a); // 函数调用，完成逆序输出。
    }
    return 0;
}
```

图 2.1: 递归函数void output(int a)中系统内部维护的 '栈' 结构示意图



参数 a	output(a)	递归调用output(a/10); printf("%d␣",a%10);
0	output(0)	return; 结束递归, 开始出栈
1	output(1)	output(0); printf("%d␣",1);
12	output(12)	output(1); printf("%d␣",2);
123	output(123)	output(12); printf("%d␣",3);
1234	output(1234)	output(123); printf("%d␣",4);
12345	output(12345)	output(1234); printf("%d␣",5);

Note 2.6 (知识点).

1. 体会除 10 取余, 迭代循环的整数分解技巧;
2. 第一种解法的 b=1000 初值是可计算的, 这样就可扩充此解法为任意位的整数 a。

```
// 因为a要在main1()函数的while循环中使用。
// 因此，定义临时变量，存储a的值，用于计算b的初值。
int tmp;
b=1; tmp=a;
while(tmp!=0)
{
    b=b*10;
    tmp=tmp/10;
}
```

3. 预习数组使用技巧;
4. 预习函数定义及调用;
5. 预习递归函数的定义, 体会系统维护的内部存储' 栈' 的数据存储特点。

2.3 阶梯电价计费

电价分三个档次，[0,110] 度电，每度电 0.5 元；(110,210] 度电，超出 110 部分每度电 0.55 元，超过 210 度电，超出 210 部分每度电 0.70 元，给出一个家庭一月用电量，请计算出应缴的电费 (四舍五入，保留小数点后两位小数)。

输入说明：

输入数据为一个正实数，表示一月用电量

输出说明：

输出应缴电费，四舍五入保留 2 位小数。

输入样例：

输入样例 1

100

输入样例 2

200

输入样例 3

329.75

输出样例：

输出样例 1

50.00

输出样例 2

104.50

输出样例 3

193.83

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    float sum,u1=0.5,u2=0.55,u3=0.70; // 用电量,每度电单价
    float fee = 0; // 应缴电费

    scanf("%f",&sum);

    if (sum > 210)
    {
        fee = (sum-210)*u3;
        sum = 210;
    }
    if (sum > 110)
    {
        fee += (sum-110)*u2; // fee=fee+(sum-110)*u2;
        sum = 110;
    }
```

```
    fee += sum*u1;

    printf("%.2f\n",fee);
    return 0;
}

int main2()  // 另解
{
    float sum,u1=0.5,u2=0.55,u3=0.70; // 用电量,每度电单价
    float fee = 0; // 应缴电费
    scanf("%f",&sum);

    if (sum >= 210)
        fee = 110*u1 + (210-110)*u2 + (sum-210)*u3;
    else if (sum >= 110)
        fee = 110*u1 + (sum-110)*u2;
    else
        fee = sum*u1;

    printf("%.2f\n",fee);
    return 0;
}

int main3() // 另解
{
    float sum,u1=0.5,u2=0.55,u3=0.70; // 用电量,每度电单价
    float fee = 0; // 应缴电费

    scanf("%f",&sum);

    if (sum <= 110) fee = sum*u1;
    else if (sum <= 210)
    {
        fee = 110*u1;
        sum -= 110; // sum=sum-110;
        fee += sum*u2;
    }
    else // sum > 210
    {
        fee = 110*u1;
        fee += (210-110)*u2; // fee = fee+(210-110)*u2
```

```
            sum -= 210;   // sum=sum-210;
            fee += sum*u3; // fee = fee+ sum*u3;
        }

        printf("%.2f\n",fee);
        return 0;
    }
```

Note 2.7 (四舍五入问题). 不同的编译系统，处理结果可能不一致， printf("%.2f\n",fee);默认输出即可。

Note 2.8. 练习 if 语句的不同组合形式, 杜绝出现if(110<=sum<=210)的错误形式。

2.4 计算某月天数

每年的 1，3，5，7，8，10，12 月有 31 天，4，6，9，11 月有 30 天，闰年 2 月 29 天，其他年份 2 月 28 天，给定年份和月份求该月的天数

输入说明：

输入由两个正整数 a 和 b 构成，a 表示年份，b 表示月份，a 和 b 之间用空格分隔

输出说明：

根据年份和月份计算该月天数并输出

输入样例

输入样例 1

2000 3

输入样例 2

2001 2

输出样例

输出样例 1

31

输出样例 2

28

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a,b,t = 0;
    scanf("%d%d",&a,&b);
    if((a%4 == 0 && a%100 !=0) || (a%100 == 0 && a%400 == 0))
    {
        if(b == 2) t = 29;
    }
    else if (b == 2) t = 28;
```

```
    if(b == 1 || b == 3 || b == 5 || b == 7 || b == 8 || b == 10 || b ==
   12) t = 31;
    else if(b == 4 || b == 6 || b == 9 || b == 11) t = 30;

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

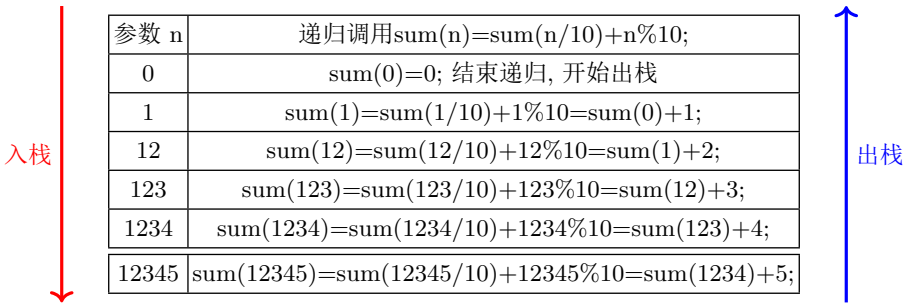
Note 2.9. (逻辑运算符) &&, ||, !, 练习符合逻辑的各种组合形式。

2.5 计算整数各位数字之和

假设 n 是一个由最多 9 位数字（d9,..., d1）组成的正整数。编写一个程序计算 n 的每一位数字之和。
输入说明:
输入数据为一个正整数 n
输出说明:
对整数 n 输出它的各位数字之和后换行
输入样例:
3704
输出样例:
14

```c
#include <stdio.h>
// 体会除10取余，迭代循环的整数分解技巧;
int main1()
{
    int n,sum = 0; // 注意初始化sum
    scanf("%d",&n);
    while(n) // 等效于n!=0
    {
        sum += n%10; // 累加本轮循环的末位数
        n /= 10;     // 准备下轮循环的分子
    }
    printf("%d",sum);
    return 0;
}

// 另解：定义递归函数，返回整数n的各位数之和
int sum(int n)
{
    if(n!=0)
    {
        // 递归调用，累加本轮循环的末位数
        return (sum(n/10)+n%10);
    }
    else // n==0时，结束递归调用
    {
        return 0; // 函数结束，返回整数0
    }
}

int main()
{
    int n;
    scanf("%d",&n);
    printf("%d\n",sum(n)); // 函数调用。
    return 0;
}
```

图 2.2: 递归函数int sum(int n)中系统内部维护的 '栈' 结构示意图



参数 n	递归调用sum(n)=sum(n/10)+n%10;
0	sum(0)=0; 结束递归, 开始出栈
1	sum(1)=sum(1/10)+1%10=sum(0)+1;
12	sum(12)=sum(12/10)+12%10=sum(1)+2;
123	sum(123)=sum(123/10)+123%10=sum(12)+3;
1234	sum(1234)=sum(1234/10)+1234%10=sum(123)+4;
12345	sum(12345)=sum(12345/10)+12345%10=sum(1234)+5;

Note 2.10 (知识点).

1. 体会除 10 取余, 迭代循环的整数分解技巧;
2. 预习递归函数定义及调用。

2.6 完数

请写一个程序，给出指定整数范围 [a，b] 内的所有完数，0 < a < b < 10000。一个数如果恰好等于除它本身外的所有因子之和，这个数就称为 "完数"。例如 6 是完数，因为 6=1+2+3

输入说明

输入为两个整数 a 和 b，a 和 b 之间用空格分隔

输出说明

输出 [a，b] 内的所有完数，每个数字占一行

输入样例

1 10

输出样例

6

```
#include <stdio.h>
/*********************************************
 采用两层循环方案
 (1) 外层循环使整数i递增, 完成区间[n1,n2]区间的完数计算
 (2) 内层循环, 累加整数i的各因子
 (3) 判断整数i是否是完数, 如果是, 输出之
*********************************************/
int main1()
{
    int i,j,n1,n2,sum = 0;
    scanf("%d%d",&n1,&n2);
    for(i = n1; i <= n2; i++) // 外层循环使整数i递增, 完成区间[n1,n2]区间的
   完数计算
    {
```

```
        if(i == 1) continue; // 避免输出1，1不是完数
        // i不等于1，计算各因子
        sum = 1;// 不要忘记，内层循环前sum的初始化。1总是一个整数的合法因子
        for(j = 2; j < i; j++) // 累加整数i的所有因子
        {
            if(i%j == 0) sum += j; // 如果j是i的因子，累加之。
        }
        if(sum == i) printf("%d\n",i); // 如果i是完数，输出之。
    }

    return 0;
}

/*********************************************
 采用一重循环 + 调用函数方案
 (1) 一重循环使整数i递增，函数compute调用，完成区间[n1,n2]区间的完数计算
 (2) 定义函数compute，判断整数参数是否是完数，如果是，返回它，否则返回-1
*********************************************/

// 定义函数compute，判断整数参数a是否是完数，如果是，返回a，否则返回-1
int compute(int a)
{
    int i,s=1; // s用于存储a的各因子累加值，1总是一个整数的合法因子
    if(a == 1)
    {
        return -1; // 1不是完数
    }
    // a不为1，计算各因子
    for(i = 2; i < a; i++) // 累加整数a的所有因子
    {
        if(a%i == 0) s += i; // 如果i是a的因子，累加之。
    }
    if(s == a)
    {
        return a; // 如果a是完数，返回之。
    }
    // 如果程序执行到此处必然不是完数
    return -1;
}
```

```
// 另一种方式定义函数compute, 判断整数参数a是否是完数, 如果是, 返回a, 否则返回-1
// 一条return函数返回语句
int compute1(int a)
{
    int i,s=1; // s用于存储a的各因子累加值, 1总是一个整数的合法因子
    int ret=-1; // 用于返回值, 默认为-1

    for(i = 2; i < a; i++) // 累加整数a的所有因子
    {
        if(a%i == 0) s += i; // 如果i是a的因子, 累加之。
    }
    if(s == a && a!=1) // 如果a是完数, 返回值是本身。1不是完数
    {
        ret = a;
    }
    else // a不是完数
    {
        ret = -1;
    }
    return ret;
}

int main()
{
    int i,n1,n2;
    scanf("%d%d",&n1,&n2);
    for(i = n1; i <= n2; i++) // 调用函数compute, 完成区间[n1,n2]区间的完数计算
    {

        if(compute(i)!=-1) printf("%d\n",i); // 如果i是完数, 输出之。
        // 测试函数compute1的调用
        // if(compute1(i)!=-1) printf("%d\n",i); // 如果i是完数, 输出之。
    }

    return 0;
}
```

Note 2.11 (特别注意). 且记：进入内层循环前, 相关变量的初始化问题。

Note 2.12 (函数定义和调用).

- 函数定义: 返回类型 函数名(参数列表) { 函数体 }
- int fun1(float a, float b) { return a/b; // 返回整数部分 }
- void fun2(float a, float b) { printf(a/b); // 输出整数部分 }
- 函数调用

```
float m,n;
int ret;
ret = fun1(m,n); // 调用函数fun1, 其返回值赋值给变量ret;
fun2(m,n); // 调用函数fun2, 无返回值可用;
```

2.7 最大公约数

最大公约数 (GCD) 指某几个整数共有因子中最大的一个，最大公约数具有如下性质，
gcd(a,0)=a
gcd(a,1)=1
因此当两个数中有一个为 0 时，gcd 是不为 0 的那个整数，当两个整数互质时最大公约数为 1。
输入两个整数 a 和 b，求最大公约数
输入说明：
输入为两个正整数 a 和 b（0<=a,b<10000），a 和 b 之间用空格分隔，
输出说明：
输出其最大公约数
输入样例：
样例 1 输入
2 4
样例 2 输入：
12 6
样例 3 输入：
3 5
输出样例：
样例 1 输出
2
样例 2 输出
6
样例 3 输出
1

```c
#include <stdio.h>
// 递归函数
int gcd(int a,int b)
{
    if(b==0) return a;    // 公约数就是a
    return gcd(b,a%b);    // 递归调用
}

int main() // 调用递归函数
{
    int a,b,t;
    scanf("%d%d",&a,&b);
    if(a<b) { t=a; a=b; b=t; } // 交换a,b
    printf("%d\n",gcd(a,b));    // 函数调用
    return 0;
}

int main1() // 暴力循环求解, 效率低。
{
    int a,b,t=-1,i;//t给初值是好习惯, 否则下面程序逻辑有可能使t得到随机值。
    scanf("%d%d",&a,&b); // 机试系统不要想当然给提示语句, 除非题目要求
    if(a<b) { t=a; a=b; b=t; } // 交换a,b,使a是较大者
    if(b==0)
    {
        t=a; // 考虑分母为0的情况, 比如: 5,0的最大公约数为5
    }
    else
    {
        for(i=b;i>0;i--)
        {
            if(a%i==0 && b%i==0)
            {
                t=i; break; // 求得最大公约数, a,b互质, 必然t=1
            }
        }
    }
    printf("%d\n",t);
    return 0;
}

int main2() // 利用欧几里得定理循环求解, 效率高。
```

```
{
    int a,b,r,t;
    scanf("%d%d",&a,&b); // 机试系统不要想当然给提示语句，除非题目要求
    if(a<b) { t=a; a=b; b=t; } // 交换a,b,使a是较大者
    while(1)
    {
        if(b==0) { t=a; break; } // 分母为0时，a就是最大公约数
        r = a%b;
        if(r==0) {t=b; break;} // b就是最大公约数
        a=b; b=r; // 准备下一轮迭代
    }
    printf("%d\n",t);// 输出最大公约数
    return 0;
}

int main3() // 利用欧几里得定理循环求解，效率高。
{
    int a,b,r,t;
    scanf("%d%d",&a,&b); // 机试系统不要想当然给提示语句，除非题目要求
    if(a<b) { t=a; a=b; b=t; } // 交换a,b,使a是较大者
    if (b==0) // 考虑分母为0的情况，比如：5,0的最大公约数为5
    {
        printf("%d\n",a);
    }
    else
    {
       // 排除了分母为0时不能求余数的情况
        while((r=a%b)!=0) // a/b的余数赋值给r,r不等于0时执行循环体
        {
            a=b;
            b=r;
        }
        printf("%d\n",b);
    }
    return 0; // 主函数结束
}

int main4() // 体会函数结束语句return的使用
{
    int a,b,r,t;
    scanf("%d%d",&a,&b); // 机试系统不要想当然给提示语句，除非题目要求
```

```
    if(a<b) { t=a; a=b; b=t; } // 交换a,b,使a是较大者
    if (b==0) // 考虑分母为0的情况，比如：5,0的最大公约数为5
    {
        printf("%d\n",a);
        return 0;  // 主函数结束
    }
    // 排除了分母为0时不能求余数的情况
    while((r=a%b)!=0) // a/b的余数赋值给r,r不等于0时执行循环体
    {
        a=b; b=r; // 准备下一轮迭代
    }
    printf("%d\n",b);
    return 0;    // 主函数结束
}
```

图 2.3: 递归函数int gcd(int a,int b)中系统内部维护的 '栈' 结构示意图

例 1: 计算 gcd(18,12)

入栈

参数 a,b	递归调用gcd(a,b)=gcd(b,a%b);
a=6,b=0	gcd(6,0)=6; 6 就是公约数, 结束递归, 开始出栈
a=12,b=6	gcd(12,6)=gcd(6,12%6)=gcd(6,0);
a=18,b=12	gcd(18,12)=gcd(12,18%12)=gcd(12,6);

出栈

例 2: 计算 gcd(37,32)

入栈

参数 a,b	递归调用gcd(a,b)=gcd(b,a%b);
a=1,b=0	gcd(1,0)=1; 1 就是公约数, 结束递归, 开始出栈
a=2,b=1	gcd(2,1)=gcd(1,2%1)=gcd(1,0);
a=3,b=2	gcd(3,2)=gcd(2,3%2)=gcd(2,1);
a=2,b=3	gcd(2,3)=gcd(3,2%3)=gcd(3,2);
a=5,b=2	gcd(5,2)=gcd(2,5%2)=gcd(2,3);
a=32,b=5	gcd(32,5)=gcd(5,32%5)=gcd(5,2);
a=37,b=32	gcd(37,32)=gcd(32,37%32)=gcd(32,5);

出栈

Note 2.13 (欧几里得定理).

a(大),b(小)的最大公约数：因为：a=mb+r，m=a/b；r=a%b，⇒a,b的公约数能整除b和r.

r=a%b,r为0，则b就是最大公约数。否则迭代循环，a=b，b=r，直到余数为零，则分母就是最大公约数。

Note 2.14. 预习函数及递归函数的使用。

2.8 角谷定理

角谷定理定义如下：对于一个大于 1 的整数 n，如果 n 是偶数，则 n = n / 2。如果 n 是奇数，则 n = 3 * n +1，反复操作后，n 一定为 1。

例如输入 22 的变化过程：22 ->11 -> 34 -> 17 -> 52 -> 26 -> 13 -> 40 -> 20 -> 10 -> 5 -> 16 -> 8 -> 4 -> 2 -> 1，数据变化次数为 15。

输入一个大于 1 的整数，求经过多少次变化可得到自然数 1。

输入说明

输入为一个整数 n，1<n<100000。

输出说明

输出变为 1 需要的次数

输入样例

样例 1 输入

22

样例 2 输入

33

输出样例

样例 1 输出

15

样例 2 输出

26

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n,i=0; // 变量i用于计数的辅助变量
    scanf("%d",&n);
    // 因为题目输入假设n>1，因此不必考虑n=1时的情况
    while(n!=1)  // n不等于1时执行循环体中的语句
    {
        if(n%2==0) n=n/2;
        else n=3*n+1;
        i++;
    }
    printf("%d\n",i);
    return 0;
}

// 含程序调试语句，不吝惜写一些printf语句，观察程序的执行过程。
int main()
{
    int n=22,i=0; // 变量i用于计数的辅助变量
```

```
    //scanf("%d",&n); // 调试时可以注释掉输入语句, 改变变量n的值, 观察执行过程

    printf("%d->",n);
    while(n!=1)   // n不等于1时执行循环体中的语句
    {
        if(n%2==0)
        {
            n=n/2;
        }
        else
        {
            n=3*n+1;
        }
        printf("%d->",n);
        i++;
    }
    printf("\n总共变化次数%d\n",i);
    return 0;
}
```

Note 2.15. 试着用do{ }while(); for (;;) 改写此程序, 执行相同功能。

Chapter 3
第 3 次机试练习: 继续分支与循环练习

3.1 整数分析

给出一个整数 n（0<=n<=100000000）。求出该整数的位数，以及组成该整数的所有数字中的最大数字和最小数字。

输入说明

输入一个整数 n（0<=n<=100000000）

输出说明

在一行上依次输出整数 n 的位数，以及组成该整数的所有数字中的最大数字和最小数字，各个数字之间用空格分隔。

输入样例

217

输出样例

3 7 1

```c
#include <stdio.h>
// 循环除10取余是整数分解的基本技巧
int main()
{
    int i = 0, n, bit, max, min;
    scanf("%d",&n);
    while(n) // 等效于 while(n!=0)
    {
        bit = n%10; // 获取n的最低为
        // 切记: 初始化时，假设的max和min必须是实际存在的数。
        if(i == 0) // 初始化: 原始n的最低位设为最大和最小数字
        {
            max = min = bit;
        }
        else
        {
            if(bit > max) max = bit;
```

```
            if(bit < min) min = bit;
        }
        n /= 10; // 去除最低位
        i++;
    }
    // (i == 0 ? 1 : i)是条件表达式, 表达式的值是:
    // 如果i==0,则表达式的值为1否则表达式的值是i
    printf("%d %d %d\n",(i == 0 ? 1 : i),max,min); //考虑原始n==0的情况
    return 0;
}
```

Note 3.1 (知识点).

1. 整数数位分解是基本编程练习之一。
2. 切记: 初始化时，假设的 max 和 min 必须是实际存在的数。比如不能想当然假设 max=1000, min=0.
3. 注意审题: “输入一个整数 $n,(0<=n<=100000000)$”, 因此, 0 也是一个合法输入。

3.2 冰箱温度预测

编写一个程序，用于预测冰箱断电后经过时间 t(以小时为单位) 后的温度 T。已知计算公式如下所示

$$T=\frac{4t^2}{t+2}-20$$

输入说明
输入两个整数 h 和 m 表示冰箱断电后经过的时间，h 表示小时，m 表示分钟
输出说明
输出冰箱断电后经过时间 t(以小时为单位) 后的温度 T，保留两位小数
输入样例
2 0
输出样例
-16.00

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int h,m;
    float t,T;
    scanf("%d%d",&h,&m);
    t = h + m/60.0;          // 必须是60.0, why?
    T = 4*t*t/(t+2)-20;      // 优先级保证了计算的正确性, why?
    printf("%.2f\n",T);
```

```
    return 0;
}
```

Note 3.2 (知识点). 整数/整数, 表达式的值是整数部分, 自动舍去小数部分。

3.3 除法计算器

小明的弟弟刚开始学习除法，为了检查弟弟的计算结果是否正确，小明决定设计一个简单计算器程序来验算。

输入说明

输入数据由四个整数 m，n，q，r 构成，m 为被除数，n 为除数，q 和 r 为小明的弟弟计算出的商和余数。整数之间用空格分隔，所有整数取值范围在 $(-100000 \sim 100000)$, n 不为 0。

输出说明

如果验算结果正确，输出 yes，否则输出正确的商和余数

输入样例：

样例 1：

10 3 3 1

样例 2：

10 3 3 2

输出样例

样例 1 输出：

yes

样例 2 输出：

3 1

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int m,n,q,r;
    scanf("%d%d%d%d",&m,&n,&q,&r);
    if(m==q*n+r && q==m/n && r==m%n) printf("yes\n");
    else printf("%d %d\n",m/n,m%n);
    return 0;
}
```

Note 3.3. 改变题设条件，修改此程序，进行各种表达式计算练习, 分析优先级。如果 n=0 时, 如何处理。

3.4 完全平方数

若一个整数 n 能表示成某个整数 m 的平方的形式，则称这个数为完全平方数。写一个程序判断输入的整数是不是完全平方数。

输入说明

输入数据为一个整数 n，0<=n<1000000。

输出说明

如果 n 是完全平方数，则输出构成这个完全平方数的整数 m，否则输出 no。

输入样例

样例 1：

144

样例 2：

15

输出样例

样例 1 输出：

12

样例 2 输出：

no

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>  // 数学函数头文件
int main()
{
    int n,m;
    scanf("%d",&n);
    m=(int)sqrt(n); // sqrt(n)计算的结果为doublel类型，此语句表示把它转化为int类型，自动舍去小数部分(不会四舍五入)，并赋值给m。
    if(n==m*m) printf("%d\n",m);
    else printf("no");
    return 0;
}
```

Note 3.4 (要点).

1. 数据类型的强制转换, sqrt 函数原型: double sqrt(double x);
   m=(int)sqrt(n)是函数调用语句, 等效于:

   ```
   double y=sqrt(n); // n自动由int转化为double类型的数据，不会损失精度
   m=(int)y;
   ```

2. 注意审题: “输入一个整数 $n, (0 <= n <= 1000000)$”, 因此, 0 也是一个合法输入。

3.5 选号程序

小明决定申请一个新的 QQ 号码，系统随机生成了若干个号码供他选择。小明的选号原则是：

1. 选择所有号码中各位数字之和最大的号码。
2. 如果有多个号码各位数字之和相同则选择数值最大的号码。

请你写一个程序帮助小明选择一个 QQ 号码。

输入说明

输入数据由两行构成，第一行为一个整数 n 表示有 n 个待选号码 (0<n<100)，第二行有 n 个正整数，表示各个待选的号码，每个号码长度不超过 9 位数。每个号码之间用空格分隔，且每个号码都不相同。

输出说明

输出根据小明的选号原则选出的号码。

输入样例

5

10000 11111 22222 333 1234

输出样例

22222

```
#include <stdio.h>
// 在循环语句中，读取备选qq号，计算各位之和，依据筛选条件选取qq号
int main()
{
    // 关键变量含义说明:
    // select_qq,select_sum表示备选qq及其各位之和
    // qq,sum表示当前读取的qq及其各位和
    int i,n,select_qq,select_sum,qq,sum,tmp;
    scanf("%d",&n);
    for(i=0;i<n;i++) // 注意条件表达式，表明i的最大值是n-1，因为i是0开始的，因此共执行n次循环
    {
        scanf("%d",&qq); // 读取当前备选qq号
        tmp=qq; // 保存到临时变量中，因为下面的循环语句要更改。
        sum=0;  // 当前读取qq号的各位之和。 注意：一定要初始化，否则上一个备选号的sum值会带入本轮循环中。
        while(tmp) // 计算各位之和
        {
            sum+=tmp%10;
            tmp/=10;
        }
        // 第1轮迭代(i==0)，当前读取的qq就是所选，其它根据题设条件选号
        // 因为三个表达式为||运算，从左到右依次计算各表达式的值，如果为真，则不会计算后边表达式。
```

```
        // 因此, 当i==0时不会其它两个表达式的值, if条件为真。
        if(i==0 || sum>select_sum || (sum==select_sum && qq>select_qq))
        {
            select_qq=qq;
            select_sum=sum;
        }
    }
    printf("%d",select_qq);
    return 0;
}

// 解法2: 用二维数组存储所有qq号及其各位和
#define N 100 // 估计最大数组长度
int main1()
{
    // 二维数组No, 第一列表示qq号, 第二列表示该qq号的各位数字之和。
    int i,n,No[N][2],tmp,sum,max=0,largest=0,select;
    scanf("%d",&n);
    // 筛选条件2
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        scanf("%d",&No[i][0]);
        tmp=No[i][0];
        sum=0;  // 一定初始化
        while(tmp)
        {
            sum+=tmp%10;
            tmp/=10;
        }
        No[i][1]=sum;
        if(sum>=max) max=sum;
    }
    // 筛选条件1
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        if(No[i][1]==max) // 备选号码
        {
            if(No[i][0]>=largest)
            {
                select=No[i][0];
                largest=No[i][0];
```

```
            }
        }
    }
    printf("%d",select);
    return 0;
}
```

Note 3.5 (要点).

1. || 和 && 运算从左到右执行，取得结果，则不执行后面的表达式。
   取得结果的含义是:
   if (条件 1|| 条件 2|| 条件 3) 运算中, 只要有一个条件表达式为真 (非 0)，即整个条件 () 结果即为真。
   if (条件 1 && 条件 2 && 条件 3) 运算中, 只要有一个条件表达式为假 (0)，即整个条件 () 结果即为假。
2. 比较两种解法的优缺点。
3. 本例是循环迭代的范例, 应反复演练, 领会迭代程序的编程技巧。
4. 试着定义函数, 改写此程序。
5. 本题不必使用排序算法，使程序复杂化。

3.6 成绩分级

给出一个百分制的成绩，要求输出成绩等级'A','B','C','D','E'。90 分以上为'A',80~89分为'B',70~79分为'C',60~69分为'D'，60分以下为'E'。

输入说明

输入一个正整数 m（0<=m<=100）

输出说明

输出一个字符

输入样例

59

输出样例

E

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int grade;
    scanf("%d",&grade);
    grade /= 10;
    switch(grade)
    {
        case 0: case 1: case 2: case 3: case 4:
        case 5:  printf("E"); break;
```

```
        case 6:  printf("D"); break;
        case 7:  printf("C"); break;
        case 8:  printf("B"); break;
        case 9:
        case 10:  printf("A"); break;

    }
    return 0;
}
```

Note 3.6 (要点). 熟练掌握 switch 语句。

3.7 abc 组合

已知 abc+cba=n，其中 a,b,c 均为一位数，1000<n<2000, 编程求出满足条件的 a,b,c 所有组合。
输入说明
一个整数 n
输出说明
按照整数 abc 从小到大的顺序, 输出 a, b, c, 用空格分隔，每输出一组 a，b，c 后换行.
输入样例
1352
输出样例
3 7 9
4 7 8
5 7 7
6 7 6
7 7 5
8 7 4
9 7 3

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int n,a,b,c;
    scanf("%d",&n);
    for(a = 0; a <= 9; a++)
     for(b = 0; b <= 9; b++)
      for(c = 0; c <= 9; c++)
        if(a*100+b*10+c + c*100+b*10+a == n)
    printf("%d␣%d␣%d\n",a,b,c);
```

```
    return 0;
}
```

Note 3.7 (思考). 如何用数字分解技巧改写此题。

3.8 工资计算

小明的公司每个月给小明发工资，而小明拿到的工资为交完个人所得税之后的工资。假设他一个月的税前工资为 S 元，则他应交的个人所得税按如下公式计算：

1. 个人所得税起征点为 3500 元，若 S 不超过 3500，则不交税，3500 元以上的部分才计算个人所得税，令 A=S-3500 元；
2. A 中不超过 1500 元的部分，税率 3
3. A 中超过 1500 元未超过 4500 元的部分，税率 10
4. A 中超过 4500 元未超过 9000 元的部分，税率 20
5. A 中超过 9000 元未超过 35000 元的部分，税率 25
6. A 中超过 35000 元的部分，税率 30

例如，如果小明的税前工资为 10000 元，则 A=10000-3500=6500 元，其中不超过 1500 元部分应缴税1500×3%=45 元，超过 1500 元不超过 4500 元部分应缴税code(4500−1500)×10%=300元，超过 4500 元部分应缴税(6500−4500)×20%=400元。总共缴税 745 元，税后所得为 9255 元。

已知小明这个月税前所得为 S 元，请问他的税后工资 T 是多少元。

输入格式

输入为一个整数 S，表示小明的税前工资。所有评测数据保证小明的税前工资为一个整百的数。

输出格式

输出一个整数 T，表示小明的税后工资。

样例输入

10000

样例输出

9255

评测用例规模与约定对于所有评测用例，$1 \leq T \leq 100000$。

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int S,T,A;
    float tax=0.0;
    scanf("%d",&S);
    A=S-3500;
    if(A<=0) tax=0;
    else
```

```
    {
        if(A<=1500)   tax=A*0.03;
        else if(A>1500 && A<=4500)
            tax=1500*0.03+(A-1500)*0.1;
        else if(A>4500 && A<=9000)
            tax=1500*0.03+(4500-1500)*0.1+(A-4500)*0.2;
        else if(A>9000 && A<=35000)
            tax=1500*0.03+(4500-1500)*0.1+(9000-4500)*0.2+(A-9000)*0.25;
        else
            tax=1500*0.03+(4500-1500)*0.1+(9000-4500)*0.2+(35000-9000)
    *0.25+(A-35000)*0.3;
     }
     T=S-tax;
     printf("%d\n",T);
     return 0;
}
```

Note 3.8 (要点). 掌握基本条件语句。练习 if else 语句的各种组合形式。

3.9 自然数分解

任何一个自然数 m 的立方均可写成 m 个连续奇数之和。例如：

$$1^3 = 1$$
$$2^3 = 3+5$$
$$3^3 = 7+9+11$$
$$4^3 = 13+15+17+19$$

编程实现：输入一自然数 n, 求组成 n^3 的 n 个连续奇数。
输入说明
一个正整数 n, 0<n<30 。
输出说明
输出 n 个连续奇数, 数据之间用空格隔开, 并换行
输入样例
4
输出样例
13 15 17 19

```
#include <stdio.h>
// 从估计的第一个奇数开始，循环迭代求解。
int main()
```

```
{
    int n,i,j,sum,first;
    scanf("%d",&n);

    // 第一个可能的奇数:
    if(n%2) first = n;     // n是奇数
    else first = n + 1;    // n是偶数

    while(1)
    {
        sum = 0; // 每趟内层循环前，必须置0
        // 从first开始，n个连续奇数，i：表示连续奇数，j：计数。
        for(i = first,j = 1; j <= n; i += 2,j++ )
        {
            sum += i; // 连续奇数累加
            if(sum == n*n*n)
            {
                // 输出
                for(i = first,j = 1; j <= n; i += 2,j++)
                {
                    if (j == n)printf("%d\n",i);
                    else printf("%d ",i);
                }
                return 0; // 函数结束
            }
        }
        first += 2;
    }
    return 0;
}
```

Note 3.9 (要点). 再次强调进入内层循环前, 相关变量的初始化; 以及标志变量 (如本例 first) 的使用技巧。

3.10 跳一跳

跳一跳是一款微信小游戏，游戏规则非常简单，只需玩家要从一个方块跳到下一个方块，如果未能成功跳到下一个方块则游戏结束。

计分规则如下：

1. 如果成功跳到下一个方块上，但未跳到方块中心，加 1 分

2. 如果成功跳到下一个方块上，且刚好跳到方块中心，则第一次加 2 分，此后连续跳到中心时每次递增 2 分。也就是说，第一次跳到方块中心加 2 分，连续第二次跳到方块中心加 4 分，连续第三次跳到方块中心加 6 分,..., 以此类推。

3. 如果未能成功跳到方块上，加 0 分，且游戏结束

现在给出玩家一局游戏的每次跳跃情况，请计算玩家最终得分。

输入说明

输入为若干个非零整数 (整数个数小于 1000)，表示玩家每次的跳跃情况。整数之间用空格分隔，整数取值为 0, 1, 2。

0 表示未能成功跳到下一个方块上，

1 表示成功跳到下一个方块上但未跳到方块中心，

2 表示成功跳到下一个方块上，且刚好跳到方块中心。

输入的数据只有最后一个整数是 0，其余均非零。

输出说明

输出一个整数表示该玩家的最终得分。

输入样例

1 1 2 1 2 2 2 0

输出样例

17

```c
#include <stdio.h>
// 无限循环，符合结束条件,break
int main()
{
    // last记录上一次的跳跃情况，num表示连续跳至方框中心次数。
    int score=0, a, i, last=0, num=0;
    while(1) // 无限循环，a==0时，break;
    {
        scanf("%d",&a);
        if(a==1) score++;
        if((last==1 || last==0) && a==2) // 第一次跳至中心
        {
            score=score+2;
            num=0; // 连续跳至中心清0
        }
        if(last==2 && a==2) // 连续跳至中心
        {
            score=score+2;
            num++;
        }
        if(last==2 && (a==1 || a==0)) // 连续跳至中心结束，开始清算
        {
            for(i=1;i<=num;i++) // 结算递增情况
```

```
            {
                score=score+i*2;
            }
            num=0;  // 已经结算，清0连续跳至中心次数
        }
        if(a==0) break; // 结束
        last=a; // 记录上一次的跳跃情况
    }
    printf("%d\n",score);
    return 0;
}
```

Note 3.10 (要点). 通过本题编程, 有助于训练自己的逻辑思维能力。

本题的 last 变量的使用是要点，它记录上一次的跳跃情况。根据 last 与本次的跳跃情况的变量 a 的值，进行条件分类即可得解。

连续跳至中心的次数用 num 变量记录, if(last=2 && (a==1 || a==0))条件成立时, 结算递增奖励。

Chapter 4

第 4 次机试练习: 继续练习基本输入输出语句，分支与循环，简单数组应用

4.1 最小差值

给定 n 个数，请找出其中相差（差的绝对值）最小的两个数，输出它们的差值的绝对值。
输入格式
输入第一行包含一个整数 n。
第二行包含 n 个正整数，相邻整数之间使用一个空格分隔。
输出格式
输出一个整数，表示答案。
样例输入
5
1 5 4 8 20
样例输出
1
样例说明
相差最小的两个数是 5 和 4，它们之间的差值是 1。
样例输入
5
9 3 6 1 3
样例输出
0
样例说明
有两个相同的数 3，它们之间的差值是 0.
数据规模和约定
对于所有评测用例，$2 \leq n \leq 1000$，每个给定的整数都是不超过 10000 的正整数。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define N 10000 // 估计数组num的最大长度
int main()
{
    int i,j,n,num[N],smallest,temp;
```

```
    scanf("%d",&n);
    // 输入数组各元素
    for(i=0;i<n;i++) // 实际数组的最大长度n, 下标由0到(n-1)
    {
        scanf("%d",&num[i]);
    }
    // 初始的最小值就是前两个数的差值, 注意初始化值必须是实际存在的值, 而不能想当然给值。
    smallest=(int)fabs(num[0]-num[1]); // 整数绝对值函数int abs(int x)在低版本编译器中有问题, 此处用双精度绝对值函数代替, 其结果转换为整数。

    // 前后两项比较
    for(i=0;i<=n-2;i++) // 循环变量i用于访问数组元素, 注意数组边界问题
    {
        for(j=i+1;j<n;j++)
        {
            temp=(int)fabs(num[i]-num[j]);
            if(smallest>temp) smallest=temp;
        }
    }
    printf("%d\n",smallest);
    return 0;
}
```

Note 4.1 (整数求绝对值函数). int abs(int x); 在有些低版本编译器中，math.h头文件无此函数原型说明，可用double fabs(double x);代替。见本例。

4.2 车牌限行

受雾霾天气影响，某市决定当雾霾指数超过设定值时对车辆进行限行，假设车牌号全为数字，且长度不超过 6 位，限行规则如下：

1. 限行时间段只包括周一至周五，周六周日不限行;
2. 如果雾霾指数低于 200，不限行;
3. 如果雾霾指数大于等于 200 且低于 400，每天限行两个尾号的汽车，周一限行 1 和 6，周二限行 2 和 7，周三限行 3 和 8，周四限行 4 和 9，周五限行 5 和 0;
4. 如果雾霾指数大于等于 400，每天限行五个尾号的汽车，周一、周三和周五限行 1,3,5,7,9，周二和周四限行 0,2,4,6,8。

现在给出星期几、雾霾指数和车牌号，判断该车牌号是否限行。

输入说明

输入分为三个整数，第一个整数表示星期几（1 7，1 表示周一，2 表示周二，依次类推，7 表示周日），

第二个整数表示雾霾指数（0 600），第三个整数表示车牌号，整数之间用空格分隔。

输出说明

输出为两个部分，第一部分为车牌最后一位数字，第二部分为限行情况，限行输出 yes，不限行输出 no。

输入样例

输入样例 1

4 230 80801

输入样例 2

3 300 67008

输出样例

输出样例 1

1 no

输出样例 2

8 yes

```
int main1()
{
    int  week, hazeIndex, No; // 星期几, 雾霾指数, 车牌号码
    int LastNo; // 车牌号最后一位数字
    int control=0; // 标志变量, 0: 不限行; 1: 限行

    scanf("%d%d%d",&week,&hazeIndex,&No);
    LastNo=No%10;
    switch(week)
    {
        case 1:
            if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400 && (LastNo==1 || LastNo==6))
                control=1;
            if(hazeIndex>=400 && (LastNo%2 != 0))
                control=1;
            break;
        case 2:
            if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400 && (LastNo==2 || LastNo==7))
                control=1;
            if(hazeIndex>=400 && (LastNo%2 == 0))
                control=1;
            break;
        case 3:
            if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400 && (LastNo==3 || LastNo==8))
                control=1;
            if(hazeIndex>=400 && (LastNo%2 != 0))
                control=1;
            break;
```

```
        case 4:
            if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400 && (LastNo==4 || LastNo==9))
                control=1;
            if(hazeIndex>=400 && (LastNo%2 == 0))
                control=1;
            break;
        case 5:
            if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400 && (LastNo==5 || LastNo==0))
                control=1;
            if(hazeIndex>=400 && (LastNo%2 != 0))
                control=1;
            break;
        case 6:
        case 7: break;
    }
    if(control==1) printf("%d yes",LastNo);
    else printf("%d no",LastNo);
    return 0;
}

int main1() // 另解(数组标志变量)
{
    int  week, hazeIndex, No; // 星期几, 雾霾指数, 车牌号码
    int LastNo; // 车牌号最后一位数字
    int control[2][5][10]={
        // hazeIndex>=200 && hazeIndex<400
        {
            {0,1,0,0,0,1,0,0,0,0}, // 周一
            {0,0,1,0,0,0,0,1,0,0}, // 周二
            {0,0,0,1,0,0,0,0,1,0}, // 周三
            {0,0,0,0,1,0,0,0,0,1}, // 周四
            {1,0,0,0,1,0,0,0,0,0}, // 周五
        },
        // hazeIndex>=400
        {
            {0,1,0,1,0,1,0,1,0,1}, // 周一
            {1,0,1,0,1,0,1,0,1,0}, // 周二
            {0,1,0,1,0,1,0,1,0,1}, // 周三
            {1,0,1,0,1,0,1,0,1,0}, // 周四
            {0,1,0,1,0,1,0,1,0,1}, // 周五
        }};
```

```
    scanf("%d%d%d",&week,&hazeIndex,&No);
    LastNo=No%10;
    if(hazeIndex>=200 && hazeIndex<400)
    {
        if(control[0][week-1][LastNo]) printf("%d yes",LastNo);
        else printf("%d no",LastNo);
    }
    else if(hazeIndex>=400)
    {
        if(control[1][week-1][LastNo]) printf("%d yes",LastNo);
        else printf("%d no",LastNo);
    }
    else
    {
        printf("%d no",LastNo);
    }
    return 0;
}
```

Note 4.2 (要点).

1. 首先假定标志变量的值 (如,int control=0;), 再根据题目要求, 计算它的真实值, 是基本技巧。
2. 用数组作为标志变量 (如,control [2][5][10]; 是另一技巧。

4.3 PM2.5

给出一组 PM2.5 数据，按以下分级标准统计各级天气的天数，并计算出 PM2.5 平均值。PM2.5 分级标准为:
一级优 (0<=PM2.5<=50)
二级良 (1<=PM2.5<=100)
三级轻度污染 (101<=PM2.5<=150)
四级中度污染 (151<=PM2.5<=200)
五级重度污染 (201<=PM2.5<=300)
六级严重污染 (PM2.5>300)

输入说明
输入分为两行，
第一行是一个整数 n 表示天数（1<n<=100）;
第二行为 n 个非负整数 Pi（0<=Pi<=1000），表示每天的 PM2.5 值，整数之间用空格分隔。
输出说明

输出两行数据，
第一行为 PM2.5 平均值，结果保留 2 位小数；
第二行依次输出一级优，二级良，三级轻度污染，四级中度污染，五级重度污染，六级严重污染的天数。
输入样例
10
50 100 120 80 200 350 400 220 180 165
输出样例
186.50
1 2 1 3 1 2

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    // 用数组变量day存储数据，避免设置6个变量存储。
    int i =0,n,pm25,day[6] = {0,0,0,0,0,0},sum = 0;
    scanf("%d",&n);
    while(i < n)
    {
        scanf("%d",&pm25);
        sum += pm25;
        if(pm25 >= 0 && pm25 <= 50 ) day[0]++;
        else if(pm25 >= 51 && pm25 <= 100 ) day[1]++;
        else if(pm25 >= 101 && pm25 <= 150 ) day[2]++;
        else if(pm25 >= 151 && pm25 <= 200 ) day[3]++;
        else if(pm25 >= 201 && pm25 <= 300 ) day[4]++;
        else day[5]++;
        i++;
    }
    printf("%.2f\n",(float)sum/n);
    for(i = 0; i < 6; i++)  // 视作一条语句，省略{ }
        if(i == 5) printf("%d\n",day[i]);
        else   printf("%d ",day[i]);

    return 0;
}
```

Note 4.3 (要点). if() { } else if() { } else { }的用法, 循环语句的 { }.
体会数组变量 day 的使用, 避免变量过多，难于管理的麻烦。

4.4 气温波动

最近一段时间气温波动较大。已知连续若干天的气温，请给出这几天气温的最大波动值是多少，即在这几天中某天气温与前一天气温之差的绝对值最大是多少。

输入说明

输入数据分为两行。

第一行包含了一个整数 n，表示给出了连续 n 天的气温值，$2 \leq n \leq 30$。

第二行包含 n 个整数，依次表示每天的气温，气温为-20 到 40 之间的整数。

输出说明

输出一个整数，表示气温在这 n 天中的最大波动值。

输入样例

6

2 5 5 7 -3 5

输出样例

10

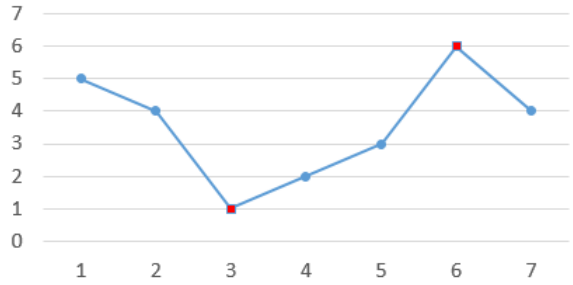
```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>
// 不使用数组存储气温值
int main1()
{
    // last: 前一天的气温, temperature: 当天气温, undulation: 波动值
    int i, n, last ,temperature, undulation = 0;
    scanf("%d",&n);

    // 当天气温temperature与前一天气温比较
    for(i = 0; i < n; i++)
    {
        scanf("%d",&temperature);
        // 注意i==0时, last无值
        if (i != 0 && fabs(temperature - last) > undulation)
        undulation = fabs(temperature - last);
        last = temperature;
    }
    printf("%d\n",undulation);
    return 0;
}

// 使用数组存储最多30个气温值
int main()
{
```

```
    int i, n,temperature[30], undulation = 0; // temperature数组: 气温值,
   undulation: 波动值
    scanf("%d",&n);
    for(i = 0; i < n; i++)
    {
        scanf("%d",&temperature[i]);
    }

    undulation= fabs(temperature[0]-temperature[1]); // 初始波动值

    for(i = 2; i < n-1; i++) // 注意数组边界，保证数组不越界
    {
        if (fabs(temperature[i] - temperature[i+1]) > undulation)
        undulation = fabs(temperature[i] - temperature[i+1]);
    }

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

Note 4.4. 借助变量 last 表示前一天的气温，即可不用数组存储所有数据，是基本技巧。

4.5 折点计数

给定 n 个整数表示一个商店连续 n 天的销售量。如果某天之前销售量在增长，而后一天销售量减少，则称这一天为折点，反过来如果之前销售量减少而后一天销售量增长，也称这一天为折点，其他的天都不是折点。如图所示，第 3 天和第 6 天是折点。



给定 n 个整数 a1, a2, ..., an 表示连续 n 天中每天的销售量。请计算出这些天总共有多少个折点。

输入说明

输入的第一行包含一个整数 n。

第二行包含 n 个整数，用空格分隔，分别表示 a1, a2, ..., an。

$3 \le n \le 100$，每天的销售量是不超过 1000 的非负整数。为了减少歧义，输入数据保证：在这 n 天中相邻两天的销售量总是不同的，即 $ai - 1 \neq ai$。

输出说明

输出一个整数，表示折点数量。

输入样例

7

5 4 1 2 3 6 4

输出样例

2

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    // 估计数组a的实际长度为100, 实际长度是n(待输入的值)
    int i = 0, points = 0, n = 7, a[100] = {5,4,1,2,3,6,4}; // 把样例数据作为初始化，方便了调试
    int up; // 标志变量

    // 有了初始化数据，这些输入语句在调试时就可注释掉，达到快速调试程序逻辑的目的。
    scanf("%d",&n); // 输入数组a的实际长度
    // 输入各元数值
    for(i = 0; i < n; i++) scanf("%d",&a[i]);

    // 标志变量up的初始值必须是真实存在的值，不要想当然。
    up = a[1] > a[0] ? 1 : -1; // 如果a[1] > a[0]成立, up=1,否则up=-1
    for(i = 2; i < n; i++)
    {
        if((a[i] > a[i-1] && up < 0) || (a[i] < a[i-1] && up > 0))
            points++;
        up = a[i] > a[i-1] ? 1 : -1;
    }

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

Note 4.5 (要点). 善用标志变量, 标志变量的初始值必须是真实存在的值，不要想当然。

样例数据作为初始化数据，调试时注释掉输入语句，便于进行快速调试程序。

Chapter 5
第 5 次机试练习: 流程控制, 字符串, 数组

5.1 歌德巴赫猜想

德巴赫猜想：任意一个大偶数都能分解为两个素数的和, 对于输入的一个正偶数，写一个程序来验证歌德巴赫猜想。

由于每个正偶数可能分解成多组素数和，仅输出分解值分别是最小和最大素数的一组，按从小到大顺序输出。

输入说明

输入一个正偶数 n，1<n<1000。

输出说明

输出分解出的两个最小和最大素数。

输入样例

10

输出样例

3 7

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

// 判断参数n是否素数, 如果是返回1, 否则返回0
int isPrime(int n)
{
    int i;
    if(n < 2) return 0; // 最小素数是2, 1不是素数也不是合数, 题意(1<n<1000)不包含1,因此此语句不是必须的
    //for(i = 2; i <= sqrt((double)n); i++) // vs2013编译器要求数学函数严格按原型解释
    for(i = 2; i <= sqrt(n); i++) // 或条件表达式: i*i<=n
    {
        if (n%i == 0) return 0; // n不是素数
    }
    return 1; // n是素数
```

```
}

// 二重循环，从最小素数开始迭代计算，获取符合题意的两个素数
int main()
{
    int j,k,num; // num大偶数
    int flag; // 标志变量：用于标识是否找到符合要求的素数对
    scanf("%d",&num);
    // 对于大偶数num，分解为两个素数
    for(j = 2; j < num; j++)  //  找出第一个素数(最小的) for #1
    {
        if(!isPrime(j)) continue; // 如果j不是素数，继续下一轮迭代

        flag = 0; // 初始化，未找出素数对
        for(k = j + 1; k < num; k++) // //  找出第二个素数 for #2
        {
            if(isPrime(k) && j+k == num) // j是最小素数，k必然是最大素数
            {
                printf("%d %d\n",j,k);
                flag = 1; // 找出素数对，如果没有此设置，将会输出多组，例如num=2020时会有多组素数
                break; // break for #2
            }
        }
        if(flag) break; // break for #1
    }
    return 0;
}

// 不用标志变量版本
int main2()
{
    int j,k,num; // num大偶数
    scanf("%d",&num);
    // 对于大偶数num，分解为两个素数
    for(j = 2; j < num; j++)  //  找出第一个素数(最小的)  for #1
    {
        if(!isPrime(j)) continue; // 如果j不是素数，继续下一轮迭代

        for(k = j + 1; k < num; k++) //  找出第二个素数 for #2
        {
```

```
            if(isPrime(k) && j+k == num) // j是最小素数，k必然是最大素数
            {
                printf("%d %d\n",j,k);
                return 0; // 找出素数对，结束主函数。 如果不结束，将会输出多组
            }
        }
    }
    return 0;
}

// 优化，根据题意找出一组：最小素数+最大素数=偶数
int main3()
{
    int j,k,num; // num大偶数
    scanf("%d",&num);
    // 对于大偶数num，分解为两个素数
    for(j = 2; j < num; j++)  //  找出第一个素数(最小的)  for #1
    {
        if(!isPrime(j)) continue; // 如果j不是素数，继续下一轮迭代

        for(k = num-1; k>=2; k--) //  找出第二个素数(最大的) for #2
        {
            // j是最小素数，判断k是否是最大素数并且二者之和=num
            if(isPrime(k) && j+k == num)
            {
                printf("%d %d\n",j,k);
                return 0; // 找出素数对，结束主函数。如果不结束，将会输出多组
            }
        }
    }
    return 0;
}

// 一重循环，从最小素数开始迭代计算，获取符合题意的两个素数
int main4()
{
    int num,i;
    scanf("%d",&num);
```

```
    for(i = 2;i < num;i++)
    {
        if(isPrime(i)) // i是素数
        {
            if(isPrime(num-i)) // 如果num-i也是素数，即满足题意num=i+j
            {
                printf("%d %d\n",i,num-i);
                break;
            }
        }
    }
    return 0;
}
```

Note 5.1 (要点). 再次体会标志变量的用法及内层循环前的初始化。仔细审题，本题要求一组输出: 最小素数 + 最大素数 = 偶数.

如果要求找出最接近的一组素数, 修改 main4() 中的if(isPrime(num-i))为if(isPrime(num-i) && num-i<=i), 则输出num-i,i;即可。

5.2 回文数

若一个非负整数其各位数字按照正反顺序读完全相同，则称之为回文数，例如 12321。判断输入的整数是否是回文数。若是，则输出该整数各位数字之和，否则输出 no。

输入说明

输入为一个整数 n，0<=n<100000000。

输出说明

若该整数为回文数，则输出整数各位数字之和，否则输出 no。

输入样例

样例 1 输入

131

样例 2 输入

24

输出样例

样例 1 输出

5

样例 2 输出

no

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

```
// 思路1: 求该整数的反序组成的整数，如整数1234，其反序整数即为4321，如果二者相等即为回文数
// 判断num是否是回文数，是：返回1；不是，返回0
// 指针参数*sum，返回这个数的各位之和
int isPalindromic1(int num,int *sum)
{
    int reverse = 0, tmp = num;
    *sum = 0; // 初始化指针内容
    while(tmp)
    {
        reverse = reverse*10 + tmp%10;
        *sum += tmp%10;
        tmp /= 10;
    }
    if(reverse == num ) return 1;
    else return 0;
}

// 思路2: 构造数组reverse，反序存储该整数各位数，按照数组下标，前后数组元素相等则为回文数
// 判断num是否是回文数，是：返回1；不是，返回0
// 指针参数*sum，返回这个数的各位之和
int isPalindromic2(int num,int *sum)
{
    int reverse[9], len=0, i=0; // 依题意数组最大长度为9，最多存储9位数。实际长度用len变量表示

    *sum = 0; // 初始换指针内容
    //构造数组reverse，反序存储该整数各位数
    while(num)
    {
        reverse[i]=num%10;
        *sum += num%10;    // 累加各位数字
        num /= 10;
        len++; // 计算数组实际长度
        i++;
    }
    //按照数组下标，前后数组元素相等则为回文数
    for(i=0; i<len/2;i++)
    {
        if(reverse[i] != reverse[len-i-1]) return 0;  // 不是回文数
```

```
    }
    return 1;    // 至此，必然是回文数
}

// 测试方法1和2的主程序
int main12()
{
    int i,num,sum;

    scanf("%d",&num);
    //if(isPalindromic1(num,&sum)) printf("%d\n",sum);
    if(isPalindromic2(num,&sum)) printf("%d\n",sum);
    else printf("no\n");
    return 0;
}

// 思路3:  按照字符串处理输入的整数，前后数组元素相等则为回文数
int main3()
{
    char s[10]; // 留出'\0'，最多存储9位数。实际长度用len变量表示
    int sum=0, len=0,i;

    // 以字符串形式接收输入的整数，末尾自动追加'\0'
    gets(s);

    // 计算len，或者len=strlen(s)，同时计算各位数字之和
    for(len=0;s[i]!='\0';)
    {
        len++;
        sum=sum+s[i]-'0'; // 计算各位数字之和
        i++;
    }

    //按照数组下标，前后数组元素相等则为回文数
    for(i=0; i<len/2;i++)
    {
        if(s[i] != s[len-i-1]) // 不是回文数
        {
            printf("no\n");
            return 0;  // 主函数结束
        }
```

```
    }
    // 至此，必然是回文数
    printf("%d\n",sum);
    return 0;
}

// 思路4:  按照字符串处理输入的整数，前后数组元素相等则为回文数。
// 使用指针操作
int main()
{
    char s[10]; // 留出'\0'，最多存储9位数。实际长度用len变量表示
    int sum=0;
    char *p1=s,*p2=s; // 用于正序和反序遍历s数组，初始指向第一个元素

    // 以字符串形式接收输入的整数，末尾自动追加'\0'
    gets(s);

    // 用p2遍历字符串,同时计算各位数字之和
    for(;*p2!='\0';p2++)
    {
        sum=sum+(*p2)-'0'; // 计算各位数字之和
    }
    // 至此，p2指向最后一个元素'\0'，我们使它指向最后一个有效元素：
    p2--;

    //按照数组下标，前后数组元素相等则为回文数
    for(;p1<p2;p1++,p2--)
    {
        if(*p1 != *p2) // 不是回文数
        {
            printf("no\n");
            return 0;  // 主函数结束
        }
    }
    // 至此，必然是回文数
    printf("%d\n",sum);
    return 0;
}
```

Note 5.2 (要点).

1. 掌握函数的地址传递方法。

2. 使用两个指针变量 p1, p2, 其中 p1 指向待查找子串的首字母, 另一个指向末尾, p1++, p2−−; 是判断字符串是否是回文的有效技巧。

5.3 寻找最大整数

从键盘输入四个整数，找出其中的最大值并将其输出。
输入说明
输入 4 个整数，用空格分隔
输出说明
输出值最大的一个整数
输入样例
25 99 -46 0
输出样例
99

```c
#include <stdio.h>
// 不用存储整数序列, 采用一条循环语句, 合并输入和计算, 减少出错概率。
int main()
{
    int i, num, max;
    // 输入, 并计算
    for(i = 0; i < 4; i++)
    {
        if (i==0) scanf("%d",&max); // 假定第一个数就是最大的数
        else
        {
            scanf("%d",&num);
            if(num > max) max=num;
        }
    }
    printf("%d\n",max);
    return 0;
}

int main1() // 另解, 存储整数序列
{
    int i, num[4], max;
    // 输入
    for(i = 0; i < 4; i++)
        scanf("%d",&num[i]);
    // 假定的最大值必须是实际存在的, 不要想当然是0,9999,等等。
```

```
    max = num[0];
    for(i = 0; i < 4; i++)
        if(max < num[i]) max = num[i];

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

Note 5.3 (要点). 题目虽然简单，你能体会哪种解法更好? 特别注意假定变量的值必须是实际存在的数。

5.4 ISBN 号码

每一本正式出版的图书都有一个 ISBN 号码与之对应，ISBN 码包括 9 位数字、1 位识别码和 3 位分隔符，其规定格式如"x-xxx-xxxxx-x"，其中符号“-”是分隔符（键盘上的减号），最后一位是识别码，例如 0-670-82162-4 就是一个标准的 ISBN 码。

ISBN 码的首位数字表示书籍的出版语言，例如 0 代表英语；

第一个分隔符“-”之后的三位数字代表出版社，例如 670 代表维京出版社；

第二个分隔之后的五位数字代表该书在出版社的编号；

最后一位为识别码。识别码的计算方法如下：

首位数字乘以 1 加上次位数字乘以 2……以此类推，用所得的结果 mod 11，所得的余数即为识别码，如果余数为 10，则识别码为大写字母 X。例如 ISBN 号码 0-670-82162-4 中的识别码 4 是这样得到的：对 067082162 这 9 个数字，从左至右，分别乘以 1，2，...，9，再求和，即 $0\times1+6\times2+\cdots+2\times9=158$，然后取 158 mod 11 的结果 4 作为识别码。

编写程序判断输入的 ISBN 号码中识别码是否正确，如果正确，则仅输出 “Right”; 如果错误，则输出正确的 ISBN 号码。

输入说明

输入只有一行，是一个字符序列，表示一本书的 ISBN 号码 (保证输入符合 ISBN 号码的格式要求)。

输出说明

输出一行，假如输入的 ISBN 号码的识别码正确，那么输出 “Right”，否则，按照规定的格式，输出正确的 ISBN 号码 (包括分隔符 “-”)。

输入样例

样例输入 1

0-670-82162-4

样例输入 2

0-670-82162-0

输出样例

样例输出 1

Right

样例输出 2

0-670-82162-4

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    char ISBN[14] = "0-670-82162-4";  // ISBN[13]='\0'
    int i,j, code1 = 0, code2;

    // 末尾自动添加'\0'.
    scanf("%s",ISBN);  // 或 gets(ISBN);
    code2 = ISBN[12] == 'X' ? 'X' : ISBN[12]-'0';
    for(i = 0,j = 1; i < 11; i++)
    {
        if (ISBN[i]=='-') continue;
        // 整数与单个数字字符的关系: 9 = '9' -'0'
        code1 += (ISBN[i]-'0')*j;
        j++;
    }
    code1 %= 11;
    if (code1 == 10) code1 = 'X';
    if(code1 == code2) printf("Right\n");
    else
    {
        if(code1 == 'X') ISBN[12] = 'X';
        else ISBN[12] = code1 + '0';
        printf("%s\n",ISBN); // 或 puts(ISBN);
    }
    return 0;
}
```

Note 5.4 (要点).

1. 定义字符数组表示字符串时，且记给'\0'留一个字符的位置, 表示字符串的结尾。
2. ASCII编码(整数)=字符-'0';
3. 字符=ASCII编码(整数)+'0';
4. 整数可以表示字符的 ASCII 编码 (整数), 整数和字符类型可以 "混用", 详见课件。

```c
int a; char c='A';
a = c+1; // c当作整数运算
printf("%d␣%c␣%d␣%c\n",a,a,c,c); //66 B 65 A
```

5.5 密码强度

每个人都有很多密码，你知道你的密码强度吗？假定密码由大写字母、小写字母、数字和非字母数字的符号这四类字符构成，密码强度计算规则如下：

1. 基础分：空密码 (密码长度为零)0 分, 非空密码 1 分

2. 加分项 1：密码长度超过 8 位, +1 分

3. 加分项 2：密码包含两类不同字符 +1 分, 包含三类不同字符 +2 分, 包含四类不同字符 +3 分

按照此规则计算的密码强度为 0～5。请你设计一个程序计算给出的密码的强度。

输入说明

输入为一个密码字符串，字符串长度不超过 50 个字符。

输出说明

输出一个整数表示该密码的强度。

输入样例

输入样例 1

abcd

输入样例 2

ab123

输出样例

样例 1 输出：

1

样例 2 输出

2

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char p[51]; // 记得给'\0'留位置
    int i,strength = 0;
    // class4[0]=1大写字母， class4[1]=1小写字母, class4[2]=1数字， class4
   [3]=1非字母数字
    int class4[4] = {0,0,0,0};

    //scanf("%s",p); // 不能完整接收含空格的字符串和空密码
    gets(p); // last char: '\0'，直接回车，就是空密码

    // 1. 基础分：空密码(密码长度为零)0分，非空密码1分
    if(strlen(p) == 0) strength += 0;
    else  strength += 1;

    // 2.  加分项1：密码长度超过8位，+1分
    if(strlen(p) > 8) strength += 1;
```

```
    // 3.   加分项2：密码包含两类不同字符+1分，包含三类不同字符+2分，包含四类不同字符+3分
    for(i = 0; p[i] != '\0'; i++)
    {
        if(p[i] >= 'A' && p[i] <= 'Z') class4[0] = 1;
        else if(p[i] >= 'a' && p[i] <= 'z') class4[1] = 1;
        else if(p[i] >= '0' && p[i] <= '9') class4[2] = 1;
        else class4[3] = 1;
    }
    int c = 0;
    for(i = 0; i < 4; i++) c += class4[i];

    if(c >= 4) strength += 3;
    else if(c >= 3) strength += 2;
    else if(c >= 2) strength += 1;

    printf("%d\n",strength);

    return 0;
}
```

Note 5.5 (要点). 字符串处理的典型问题: '\0', 字符串相关函数char s1[81],s2[81]; strlen(s1), strcmp(s1,s2), strcpy(s1,s2); scanf("%s",s1), gets(s1)的区别等, 应该充分掌握。

Chapter 6
第 6 次机试练习: 函数, 矩阵, 数组, 字符串, 排序

6.1 矩阵

请写一个程序，对于一个 m 行 m 列 ($2 < m < 20$) 的方阵，求其每一行、每一列及主、辅对角线元素之和，然后按照从大到小的顺序依次输出这些值。

注：主对角线是方阵从左上角到右下角的一条斜线，辅对角线是方阵从右上角到左下角的一条斜线。

输入说明

输入数据的第一行为一个正整数 m;

接下来为 m 行、每行 m 个整数表示方阵的元素。

输出说明

从大到小排列的一行整数，每个整数后跟一个空格，最后换行。

输入样例

```
4
15  8   -2   6
31  24  18  71
-3  -9  27  13
17  21  38  69
```

输出样例

```
159 145 144 135 81 60 44 32 28 27
```

```c
#include <stdio.h>
// 估计方阵行列数
#define M 20

// input, m是实际方阵行列数
void input(int matrix[][M], int m)
{
    int i,j;
    for(i = 0; i < m; i++)
    for(j = 0; j < m; j++)
    scanf("%d",&matrix[i][j]);
}
```

```
// 计算主对角线之和, m是实际方阵行列数
int main_diagonal(int matrix[][M], int m)
{
    int i,j,sum = 0;
    for(i = 0; i < m; i++)
    {
        for(j = 0; j < m; j++)
        {
            if(i == j) sum += matrix[i][j];    // 主对角线
        }
    }
    return sum;
}

// 计算副对角线之和, m是实际方阵行列数
int counter_diagonal(int matrix[][M], int m)
{
    int i,j,sum = 0;
    for(i = 0; i < m; i++)
    {
        for(j = 0; j < m; j++)
        {
            if(j == m-i-1) sum += matrix[i][j]; // 副对角线之和
        }
    }
    return sum;
}

// 计算第i行之和, m是实际方阵行列数
int sumI(int matrix[][M], int m, int i)
{
    int j,sum = 0;
    for(j = 0; j < m; j++) // 遍历列
    {
        sum += matrix[i][j];  // 第i行之和
    }
    return sum;
}

// 计算第j行之和, m是实际方阵行列数
```

```
int sumJ(int matrix[][M], int m, int j)
{
    int i,sum = 0;
    for(i = 0; i < m; i++) // 遍历行
    {
        sum += matrix[i][j];  // 第j行之和
    }
    return sum;
}

// 交换两个元素值
void swap(int *p1, int *p2)
{
    int temp;
    temp = *p1; *p1 = *p2; *p2 = temp;
}

// 选择法排序（降序）
void sorts(int a[], int n)
{
    int i,j,k;
    for(i = 0; i < n-1; i++)
    {
        k = i;
        for (j = i+1; j < n; j++)
            if(a[j] > a[k]) k = j;
        if (k != i) swap(&a[i],&a[k]);
    }
}

int main()
{
    int matrix[M][M],a[2*M+2]; // 以估计行列数，定义数组
    int i,m;
    scanf("%d",&m); // 实际方阵行列数

    input(matrix,m); // input

    // 调用各函数，装配数组a
    int n = 0; // 记录数组a的实际长度
    for(i = 0; i < m; i++)
```

```
    {
        a[n++] = sumI(matrix,m,i); // 第i行之和
        a[n++] = sumJ(matrix,m,i); // 第i列之和
    }

    a[n++] = main_diagonal(matrix,m);     // 主对角线之和
    a[n++] = counter_diagonal(matrix,m); // 副对角线之和

    // 排序数组a
    sorts(a,n);

    // 输出
    for(i = 0; i < n; i++)
    printf("%d ",a[i]);

    printf("\n");

    return 0;
}
```

Note 6.1 (要点).

1. 思路：定义功能单一的函数，实现简单功能，主程序调用各个函数。
2. 一维数组 a[2*M+2] 存储相关函数计算结果，排序数组 a 即是所求。
3. 避免过多循环嵌套，不易出错，简化程序设计。
4. 但是缺点是在各函数中分别循环遍历方阵，效率低。
5. 优化方案是不采用独立函数计算，在主函数中一次遍历方阵，计算各值。
6. 二维数组表示矩阵, 是常见题型, 必须熟练掌握元素的下标规律及其遍历技巧。

6.2 消除类游戏

消除类游戏是深受大众欢迎的一种游戏，游戏在一个包含有 n 行 m 列的游戏棋盘上进行，棋盘的每一行每一列的方格上放着一个有颜色的棋子，当一行或一列上有连续三个或更多的相同颜色的棋子时，这些棋子都被消除。当有多处可以被消除时，这些地方的棋子将同时被消除。

现在给你一个 n 行 m 列的棋盘，棋盘中的每一个方格上有一个棋子，请给出经过一次消除后的棋盘。

请注意：一个棋子可能在某一行和某一列同时被消除。

输入格式

输入的第一行包含两个整数 n, m，用空格分隔，分别表示棋盘的行数和列数。

接下来 n 行，每行 m 个整数，用空格分隔，分别表示每一个方格中的棋子的颜色。颜色使用 1 至 9 编号。

输出格式

输出 n 行，每行 m 个整数，相邻的整数之间使用一个空格分隔，表示经过一次消除后的棋盘。如果一个方格中的棋子被消除，则对应的方格输出 0，否则输出棋子的颜色编号。

样例输入 1

4 5
2 2 3 1 2
3 4 5 1 4
2 3 2 1 3
2 2 2 4 4

样例输出 1

2 2 3 0 2
3 4 5 0 4
2 3 2 0 3
0 0 0 4 4

样例说明

棋盘中第 4 列的 1 和第 4 行的 2 可以被消除，其他的方格中的棋子均保留。

样例输入 2

4 5
2 2 3 1 2
3 1 1 1 1
2 3 2 1 3
2 2 3 3 3

样例输出 2

2 2 3 0 2
3 0 0 0 0
2 3 2 0 3
2 2 0 0 0

样例说明

棋盘中所有的 1 以及最后一行的 3 可以被同时消除，其他的方格中的棋子均保留。评测用例规模与约定

所有的评测用例满足：$1 \le n,m \le 30$。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define M 30 // 估计数组最大长度

// 扫描curRow行中可删除的元素, F: 删除标志矩阵, m: 列数
void delRow(int curRow, int checker[][M], int F[][M],int m)
{
    int i,j, current,count;
    for(i=0;i<m;i++)
    {
        // if(F[curRow][i]==1) continue; // 如果先扫描行，这就不合适了
        count=1;
```

```
            current=checker[curRow][i];
            for(j=i+1;j<m;j++)
            {
                if(current==checker[curRow][j]) count++;
                else break;
            }
            if(count>=3)
            {
                for(j=i;j<m;j++)
                {
                    if(checker[curRow][j]==current) F[curRow][j]=1;//置删除标志
                    else break;
                }
            }
        }
    }

    // 扫描curCol列中可删除的元素, F: 删除标志矩阵, n: 行数
    void delCol(int curCol, int checker[][M], int F[][M],int n)
    {
        int i,j, current,count;
        for(i=0;i<n;i++)
        {
            count=1;
            current=checker[i][curCol];
            for(j=i+1;j<n;j++)
            {
                if(current==checker[j][curCol]) count++;
                else break;
            }
            if(count>=3)
            {
                for(j=i;j<n;j++)
                {
                    if(checker[j][curCol]==current) F[j][curCol]=1;//置删除标志
                    else break;
                }
            }
        }
    }
```

```
// 清除所有可删除的元素, F: 删除标志矩阵, n: 行数, m: 列数
void del(int checker[][M], int F[][M],int n, int m)
{
    int i,j;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        for(j=0;j<m;j++)
        {
            if(F[i][j]==1) checker[i][j]=0;
        }
    }
}

// 读棋盘, n: 行数, m: 列数
void Read(int checker[][M],int n, int m)
{
    int i,j;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        for(j=0;j<m;j++)
        {
            scanf("%d",&checker[i][j]);
        }
    }
}

// 输出棋盘, n: 行数, m: 列数
void output(int checker[][M],int n, int m)
{
    int i,j;
    for(i=0;i<n;i++) // 行
    {
        for(j=0;j<m;j++) // 列
        {
            printf("%d ",checker[i][j]);
        }
        printf("\n");
    }
}

int main()
```

```
{
    // 棋盘，初始化是为了便于测试
    int checker[M][M]={{2,2,3,1,2},
    {3,4,5,1,4},
    {2,3,2,1,3},
    {2,2,2,4,4}};
    int n=4,m=5,i,j; // n行，m列
    /************
    int checker[M][M]={{2,2,3,1,2},
    {3,1,1,1,1},
    {2,3,2,1,3},
    {2,2,3,3,3}};
    int n=4,m=5,i,j; // n行，m列
    *************/
    // 标志矩阵
    int F[M][M]; // 对应元素为1,则表示删除

    scanf("%d%d",&n,&m);
    // 读棋盘
    Read(checker,n,m);

    // 初始化F
    for(i=0;i<n;i++)
        for(j=0;j<m;j++)
            F[i][j]=0;

    // 扫描行
    for(i=0;i<n;i++) // 行
        delRow(i, checker, F, m);

    // 扫描列
    for(j=0;j<m;j++) // 列
        delCol(j, checker, F, n);

    // 清除
    del(checker, F, n, m);

    // 输出棋盘
    output(checker,n,m);
    return 0;
}
```

Note 6.2 (要点). 标志矩阵，体会模块化编程思想，初始化变量的程序调试技巧。

6.3 表达式求值

表达式由两个非负整数 x，y 和一个运算符 op 构成，求表达式的值。这两个整数和运算符的顺序是随机的，可能是 “x op y”, “op x y” 或者 “x y op”, 例如, “25 + 3” 表示 25 加 3, “5 30 *” 表示 5 乘以 30, ”/ 600 15” 表示 600 除以 15。

输入说明

输入为一个表达式，表达式由两个非负整数 x，y 和一个运算符 op 构成，x，y 和 op 之间以空格分隔，但顺序不确定。

x 和 y 均不大于 10000000，op 可以是 +, -,*, /, % 中的任意一种, 分表表示加法, 减法, 乘法, 除法和求余。

除法按整数除法求值, 输入数据保证除法和求余运算的 y 值不为 0。

输出说明

输出表达式的值。

输入样例

样例 1 输入

5 20 *

样例 2 输入

4 + 8

样例 3 输入

/ 8 4

输出样例

样例 1 输出

100

样例 2 输出

12

样例 3 输出

2

```c
#include <stdio.h>
// 估计字符串最大长度，存储有效字符(N-1)个，预留最后一个字符'\0'
#define N 20

// 根据参数，计算表达式的值
int compute(char op,int x,int y)
{
    int result = -1;
    switch(op)
    {
        case '+': result = x+y; break;
```

```
        case '-': result = x-y; break;
        case '*': result = x*y; break;
        case '/': if(y != 0) result = x/y; break;
        case '%': if(y != 0) result = x%y; break;
    }
    return result;
}

// 数字字符串s转为int, 要求s以'\0'结尾
int strToInt(char *s)// int toInt(char s[])
{
    int result=0;
    while(*s) // 等效while(*s != '\0')或while(*s!=0)
    {
        result=result*10+ (*s-'0');
        s++; //移至下一字符
    }
    return result;
}

/*****************************************************
提取子串函数
忽略s中空格前缀, 复制s中的字符串到subs中, 遇空格或'\0'结束
返回subs不含空格。 返回复制后s指针指向(地址)
要求s和subs以'\0'结尾。
*****************************************************/
char* getSubs(char *s, char *subs)
{
    int start=0;
    while(*s)
    {
        if(*s==' ')
        {
            if(start==0) s++; // 忽略s的前缀空格
            else break; // 是有效字符串后的一个空格
        }
        else
        {
            start=1; // 开始复制
            *subs=*s;
            s++;
```

```
            subs++;
        }
    }
    *subs='\0'; // 不要忘记结尾符
    return s;
}

// 解析s, 以空格为分隔符, 分解s为3个字符串
void parse(char *s,char result[][N])
{
    char *p;
    p=getSubs(s,result[0]);
    p=getSubs(p,result[1]);
    p=getSubs(p,result[2]);
}

// 如果s是操作符, 返回1, 参数op返回该操作符
// 否则, 返回0
int isOp(char *s, char *op)
{
    if(*s >= '0' && *s <= '9') // 数字
        return 0;
    else // 操作符
    {
        *op=*s;
        return 1;
    }
}

int main()
{
    char s[N],op;
    char s3[3][N];
    int x,y;
    gets(s);

    parse(s,s3); // s被分解为3个字符串
    if(isOp(s3[0],&op)) // op x y
    {
        x=strToInt(s3[1]);
        y=strToInt(s3[2]);
```

```
    }
    else if(isOp(s3[1],&op)) // x op y
    {
        x=strToInt(s3[0]);
        y=strToInt(s3[2]);
    }
    else if(isOp(s3[2],&op)) // x y op
    {
        x=strToInt(s3[0]);
        y=strToInt(s3[1]);
    }

    printf("%d\n",compute(op,x,y));
    return 0;
}

int main1() // 另解，直接读取三个子串，就不用分解了
{
    char s[N],op;
    char s3[3][N];
    int x,y;
    scanf("%s%s%s",s3[0],s3[1],s3[2]); // 利用"%s"读字符串遇空格结束特点，
   直接读取3个字符串。

    // parse(s,s3); // s被分解为3个字符串
    if(isOp(s3[0],&op)) // op x y
    {
        x=strToInt(s3[1]);
        y=strToInt(s3[2]);
    }
    else if(isOp(s3[1],&op)) // x op y
    {
        x=strToInt(s3[0]);
        y=strToInt(s3[2]);
    }
    else if(isOp(s3[2],&op)) // x y op
    {
        x=strToInt(s3[0]);
        y=strToInt(s3[1]);
    }
```

```
    printf("%d\n",compute(op,x,y));
    return 0;
}
```

Note 6.3 (要点). 本例是字符串处理, 指针应用, 模块化程序设计的范例, 上课时做了详细的讲解。详见课件。

6.4 马鞍点

若一个矩阵中的某元素在其所在行最小而在其所在列最大，则该元素为矩阵的一个马鞍点。请写一个程序，找出给定矩阵的马鞍点。

输入说明

输入数据第一行只有两个整数 m 和 n（0<m<100,0<n<100），分别表示矩阵的行数和列数;

接下来的 m 行、每行 n 个整数表示矩阵元素 (矩阵中的元素互不相同), 整数之间以空格间隔。

输出说明

在一行上输出马鞍点的行号、列号 (行号和列号从 0 开始计数) 及元素的值 (用一个空格分隔), 之后换行;

若不存在马鞍点，则输出一个字符串 “no” 后换行。

输入样例

4 3

11 13 121

407 72 88

23 58 1

134 30 62

输出样例

1 1 72

```
#include <stdio.h>
// 估计的二维数组最大行列数
#define M 100
#define N 100

// 判断a[row,col]是否是马鞍点, 是: 返回1; 否则返回0
// m,n是二维数组实际行列数
int compute(int a[][N], int m, int n, int row, int col)
{
    int i,element = a[row][col];
    // element在其所在行最小而在其所在列最大
    for(i = 0; i < n; i++)
        if(a[row][i] < element) return 0; // 不是马鞍点, 直接返回0
    for(i = 0; i < m; i++)
        if(a[i][col] > element) return 0; // 不是马鞍点, 直接返回0
    return 1;   // 如果执行至此, 肯定是马鞍点, 直接返回0
```

```
}

int main()
{
    int matrix[M][N]; // 按照估计的最大行列数定义二维数组
    int i,j,m,n,flag = 0;

    scanf("%d%d",&m,&n); // 实际行列数

    // input
    for(i = 0; i < m; i++)
        for(j = 0; j < n; j++)
            scanf("%d",&matrix[i][j]);

    // 遍历二维数组, 判断马鞍点
    for(i = 0; i < m; i++)
    {
        for(j = 0; j < n; j++)
        {
            if(compute(matrix,m,n,i,j))
            {
                printf("%d␣%d␣%d\n",i,j,matrix[i][j]);
                flag = 1;
            }
        }
    }
    if (!flag) printf("no\n");

    return 0;
}
```

Note 6.4 (要点).

1. 思路：定义函数计算单个元素 a[i,j] 是否是马鞍点，主程序遍历二维数组，调用此函数。
2. 避免过多循环嵌套，不易出错，简化程序设计。
3. 掌握二维数组作为函数参数的定义, 调用方式。

6.5 数字分解排序

输入一个 9 位以内的正整数 n，按数值从高到低的顺序输出 n 的各位数字。

输入说明

一个正整数 n(0<n<1000000000)
输出说明
按数值从高到低的顺序输出 n 的各位数字，数字之间用空格隔开
输入样例
564391
输出样例
9 6 5 4 3 1

```c
#include <stdio.h>

void order(int a[],int n);  // 排序函数说明

int main()
{
    int i = 0,j,k,n,num[9];
    scanf("%d",&n);
    k=0; // 数字个数
    while(n) // 构造数组num存储n的各位数字(从最低位到最高位存储)
    {
        num[i++] = n%10;
        n /= 10;
        k++;
    }

    // 输出验证，调试技巧之一。
    //for(j = 0; j < k; j++) printf("%d ",num[j]);
    //   printf("\n");

    order(num,k);  // 排序函数

    // 输出
    for(j = 0; j < k; j++) printf("%d ",num[j]);

    printf("\n");
    return 0;
}

// 冒泡排序函数
void order(int a[],int n)
{
    int i,j,t,flag;
    for(j = 1; j <= n-1; j++)
```

```
    {
        flag=0; // 且记！必须在进入内层循环前初始化。
        for(i = 0; i < n - j; i++)
            if (a[i] < a[i+1])
            {
                t = a[i]; a[i] = a[i+1]; a[i+1] = t;
                flag=1;
            }
        if(!flag) break;
    }
}
```

Note 6.5 (要点). 排序函数必须掌握，注意检查数组是否越界问题。