段江涛

计算机导论与程序设计 [CS00600131,307]

机试练习参考程序代码

2022 年 10 月 29 日

Springer

目录

Chapter 1
常见问题

- 提交程序时注意选择与你的编译器对应的编程语言

(1) Visual C++ (对应 Visual Studio)
(2) GNU C/C++ (对应 Dev C++ 编译器)

Visual C++ 对数学库函数的调用不会对函数参数进行自动强制转换, 而 GNU C/C++ 会自动转换。如:

```
函数原型: double sqrt(double x);
函数调用:
int x,y;
// Visual C++ 必须显式对参数进行强制转换
y=sqrt((double)x);
y=(int)sqrt((double)x);

// GNU C/C++, 自动进行隐式转换, 而Visual C++会显示编译错误
y=sqrt(x); // 等效于y=(int)sqrt((double)x);
```

- 变量无初值或从未赋值就使用问题, 如

```
int a;
...
if(a>10){ ... }
```

- 小于 100 分问题，往往是没有考虑全所有情况。例如, 最大公约数题 (4.1), 应该测试输入数据 a,b 所有可能的情况, 如

```
0 0
10 0
0 10
3 4
10 5
```

必要时, 添加一些 printf 语句, 输出中间执行过程, 定位问题。

- 题目中给出的输入数据范围, 表示测试数据的范围, 在程序代码中不需要考虑非此范围数据处理代码，简化条件表达式。

(1) 如题目中描述: “输入的数据介于-100000 和 100000 之间, …”。

程序中不需要使用 If 语句过滤此条件, 如 if (−100000<=a && a>=100000) { ... } else { .... }

(2) 整数分析题 (4.3), 不必向如下代码考虑 n 的范围:
for (i=0,0<=n && n<=100000000; n!=0;i++)

(3) 最大公约数题 (4.1), 输入说明 $0 \le a,b \le 100000$, 不必如下, 想限定 a,b 的范围, 还没达到目的, 而增加了分析出错的复杂性.
for (a>=0 && a<100000,b>=0 && b<=100000; ... ; ...)

- 两种条件二选一时, 使用 if (){ }else{ }即可, 不必使用 if (){ }else if (){ }. 如, 角谷定理题 (4.2)
使用 if (n%2==0) { } else{ }即对 n 是偶数和奇数的情况做了分类。
不必使用 if (n%2==0) { } else if(n%2!=0){ }
- 变量的初始化必须是实际存在的值, 如

(1) 整数分析题 (4.3), max=min=n 的个位数。

(2) qq 选号题 (4.7), select_qq是第一个输入的qq号。

- 进入内层循环前, 相关变量的初始化问题。如
完数题 (3.6), “求某整数的所有因子和” 的内层循环前, 不要忘记 sum 的初始化: sum=1;
- 以 qq 选号题 (4.7) 为例, 讲解从小问题开始, “大事化小, 自底向上” 构造程序代码的过程.

Chapter 2
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

2.1 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 2.1 (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。

2.2 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 2.2 (思考). 为何语句 (1),(2) 计算结果不一致, 哪一条语句正确?

2.3 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 2.3 (思考). b=0 时如何处理?

2.4 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;
}
```

2.5 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!

```c
#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 2.4 (要点). scanf("原样输入",...);

Note 2.5. (大小写字符转化关系) 小写字符 ASCII 码 = 大写字符 ASCII 码 +32

2.6 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

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    int a;
    char b;
    scanf("%d,%c",&a,&b);
    if((a>=0 && a<=4) && (b>='0' && b<='5'))
        printf("%d,%c",a+b,a+b);
    return 0;
}
```

Note 2.6. (scanf 函数) scanf("原样输入",...);

Note 2.7. (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。

如果本题改为计算整数 a+(字符 b 对应的数字), 则, printf("%d",a+b−'0');

2.7 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

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

Note 2.8. (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 3
第 2 次机试练习: 选择与循环语句练习

— 特别提示 —

Note 3.1 (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,&d,&b); // 正确对应关系
printf("%d,%f,%lf,%c",a,b,c,d); // 正确对应关系
```

Note 3.2 (不该再次发生的常见错误, 由 ';' 引发的悲剧).

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

while();
{
    ...
}

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

Note 3.3 (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 3.4 (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。

3.1 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 3.5 (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);
```

3.2 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
```

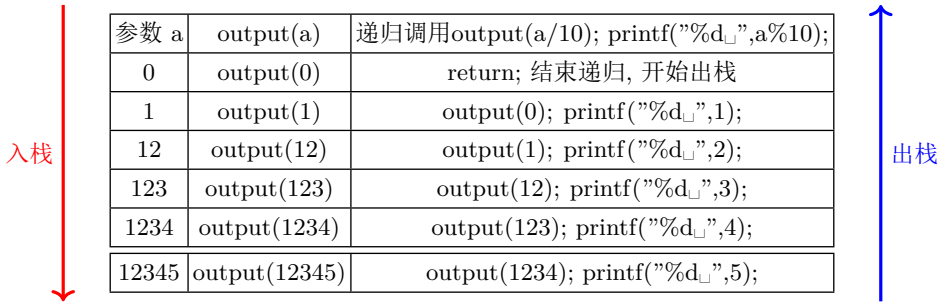
```
            //printf("调试查看tmp[i]=%d\n",tmp[i]); // 提交时，别忘了注释或删除调试语句
            a=a/10;         // 改变分子，准备下轮循环
            i++;            // 位数递增
        }
        //printf("调试查看i=%d\n",i);
        //  逆序输出tmp，此时的i是整数a的位数，注意tmp的下标从i-1开始到下标0结束。
        for(j=i-1;j>=0;j--)
        {
            printf("%d ",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 3.1: 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 3.6 (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。

3.3 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 3.7 (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 3.8. 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。

3.4 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 3.9. (逻辑运算符) &&, ||, !, 练习符合逻辑的各种组合形式。

Note 3.10. (闰年判断) ppt 中已详细说明，还有同学写错。

3.5 计算整数各位数字之和

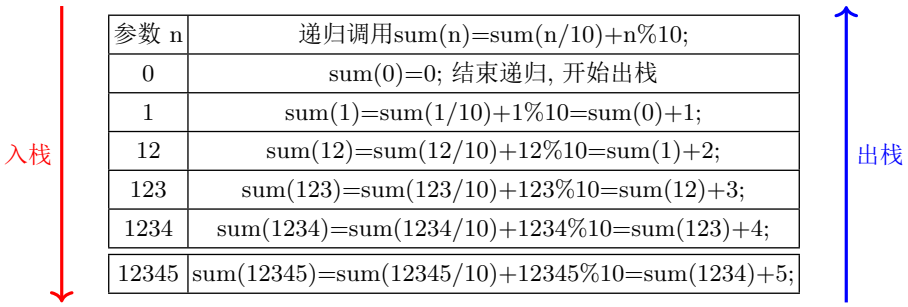
假设 n 是一个由最多 9 位数字（d9,..., d1）组成的正整数。编写一个程序计算 n 的每一位数字之和。
输入说明:
输入数据为一个正整数 n
输出说明:
对整数 n 输出它的各位数字之和后换行
输入样例:
3704
输出样例:
14

```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 3.2: 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 3.11 (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。

3.6 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 3.12 (特别注意). 且记：进入内层循环前, 相关变量的初始化问题。

Note 3.13 (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;
```

Chapter 4
第 3 次机试练习: 继续分支与循环练习

— 特别提示 —

- 定义变量名, 要有含义, 如: sum,select。否则, 程序不易读。
- 用尽可能少的变量, 完成题设, 好排错。
- 用尽可能简单的循环迭代结构，好排错。不要将简单问题复杂化，不好排错。
- 注意进入内层循环前的相关变量初始化问题。
- 变量的默认值必须是实际存在的值。例如，选号程序中, 假设的 qq 号就是读取的第一个 qq 号。
- 提倡一题多解，认真消化，体会参考代码，积累编程技巧。

4.1 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 4.1: 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 4.1 (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 4.2. 预习函数及递归函数的使用。

4.2 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 4.3. 试着用do{ }while(); for (;;) 改写此程序, 执行相同功能。

4.3 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

```
#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 4.4 (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。

4.4 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 4.5 (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。

4.5 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 4.6. 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。

4.6 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

解法一

从估计的第一个奇数开始，循环迭代求解。

```
#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; // 从first开始连续n个奇数累加

        if(sum == n*n*n) // first正确
        {
            // 输出
            for(i = first ,j = 1; j <= n; i += 2,j++)
            {
                if (j == n)printf("%d\n",i);
                else printf("%d ",i);
            }
            break;
        }
        else first += 2; // 否则，测试下一个first
    }
    return 0;
}
```

解法二

等差数列通向公式: $a_n = a_1 + (n-1)d$

前 n 和: $S_n = \frac{(a_1+a_n)n}{2} = a_1 n + \frac{n(n-1)d}{2}$

本题: $S_n = n^3, d = 2$, 由此可得: $a_1 = n^2 - n + 1$.

再应用下列公式之一, 本题得解:

$a_i = a_{i-1} + d, i = 2, \ldots, n, d = 2$

$a_i = a_1 + (i-1)d, i = 2, \ldots, n, d = 2$

附: 相关推导

$$
\begin{aligned}
& n^3 = a_1 n + \frac{n(n-1)d}{2} && \text{by } S_n = n^3 \\
& \Rightarrow a_1 = n^2 - \frac{(n-1)d}{2} && \\
& \Rightarrow a_1 = n^2 - n + 1 && \text{by } d = 2
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&a_2 - a_1 = d \\
&a_3 - a_2 = d \\
&a_4 - a_3 = d \\
&\cdots \\
&a_n - a_{n-1} = d \\
&\Rightarrow a_n - a_1 = (n-1)d \Rightarrow a_n = a_1 + (n-1)d
\end{aligned}
$$

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int n,i,j,sum,a1;
    scanf("%d",&n);
    // a_1 = n^2 - n + 1
    a1=n*n-n+1;
    for(i=1;i<=n;i++)
    {
        // a_i = a_{i-1} + d, i = 2,...,n, d = 2
        printf("%d ",a1);
        a1=a1+2;
    }
    return 0;
}

int main1()
{
    int n,i,j,sum,a1;
    scanf("%d",&n);
    // a_1 = n^2 - n + 1
    a1=n*n-n+1;
    for(i=1;i<=n;i++)
    {
        // a_i = a_1 + (i-1)d, i = 2,...,n, d = 2
        printf("%d ",a1+(i-1)*2);
    }
    return 0;
}
```

Note 4.7 (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。

4.7 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时不会计算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; // i==0时, select_sum初值为第一个号码各位之和.
        }
    }
    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;
}
```

分步解析从小问题开始, “大事化小, 自底向上” 构造程序代码的过程.

```
// 一个qq号的各位数字之和
int main1()
{
    int qq=1234,sum=0;

    while(qq!=0)
    {
        sum=sum+qq%10;
        qq=qq/10;
    }
    printf("%d\n",sum);

    return 0;
}

// 调试, 一个qq号的各位数字之和
int main2()
{
    int qq=1234,sum=0;

    // 添加必要的printf语句, 查看程序执行过程
    while(qq!=0)
    {
        printf("==%d",qq);
        sum=sum+qq%10;
        qq=qq/10;
        printf("hhh%d",qq);
    }
    printf("%d\n",sum);
```

```
    return 0;
}

// 实现n个qq号的各自sum
int main3()
{
    int qq=1234,sum=0,n,i; // n是qq个数

    scanf("%d",&n);

    for(i=0; i<n; i++)
    {
        // 一个qq
        scanf("%d",&qq);
        sum=0;  // 进入内层循环前的变量初始化sum
        while(qq!=0)
        {
            sum=sum+qq%10;
            qq=qq/10;
        }
        printf("%d\n",sum);
    }

    return 0;
}

// 添加选择qq的两个条件, 形成最终程序
int main4()
{
    int qq=1234,sum=0,n,i; // n是qq个数
    int select_qq=0,select_sum=0, tmp;
    scanf("%d",&n);
    for(i=0; i<n; i++)
    {
        scanf("%d",&qq);
        tmp=qq; // 临时变量记录qq的值。
        sum=0;  // 进入内层循环前的变量初始化sum
        while(tmp!=0) { sum=sum+tmp%10; tmp=tmp/10; }

        // 第一个qq就是select_qq的初值, 进入下轮for循环
        if(i==0) {    select_qq=qq; select_sum=sum; continue;     }
```

```
            // 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。
            if(select_sum<sum) { select_qq=qq;  select_sum=sum; }
            else if(select_sum == sum)
            {
                if(select_qq<qq) { select_qq=qq;  select_sum=sum; }
            }
        }
        printf("%d\n",select_qq);
        return 0;
    }
```

Note 4.8 (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。