step further

专题

起步:

认知与体验(硬件、软件、程序与C语言)

进阶:

判断与推理(流程控制方法、语句)

抽象与封装(模块设计方法、函数)

表达与转换(基本操作、数据类型)

提高:

构造与访问(数组、指针、结构)

归纳与推广(程序设计的本质)

数组及其应用

- 一维数组
- 二维数组
- 多维数组
- 数组的应用
 - ◆ 可以利用数组存储一组有序数据
 - 基于数组的排序
 - 斐波那契数求解
 - 矩阵相乘(二维数组)
 - 杨辉三角 (二维数组)
 - _ ...
 - ◆ 可以利用数组存储**一组有序标志**,以对应一组数据的状态
 - 用筛法求素数
 - 约瑟夫问题求解
 - 鞍点 (二维数组)
 - _ ..

向量

● 多个数据组成的有序数据群体

```
\mathbf{a} = (\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_n)
其中 \mathbf{a}_i 称为向量 \mathbf{a} 的第 i 个分量,i 为下标
```

```
int u, v, w, x, y, s = 0;
scanf("%d...", &u, &v, &w, &x, &y);
s = u + v + w + x + y;
printf("%.2f \n", s / 5.0);
```

- ◆ 独立的变量之间缺乏显式的联系, 降低了程序的可读性,不利于数据 操作流程的设计;
- ◆ 变量数量太多,程序不便维护。

```
int z, s = 0;
for(int i = 0; i < 5; ++i)
{     scanf("%d", &z);
     s += z;
}
printf("%.2f \n", s / 5.0);</pre>
```

→ 不能保留各个分量

数组 (array)

数组的长度

基类型

● C语言用数组类型描述这种由多个同类分量构成的数据群体。

```
int a[5], s = 0;
for (int i=0; i < 5; ++i)
 scanf("%d", &a[i]);
 s += a[i];
printf("%.2f \n", s / 5.0);
```

```
#define N 5
int a[N], s = 0;
for (int i=0; i < N; ++i)
     scanf("%d", &a[i]);
     s += a[i];
printf("%.2f \n", (float)s / N);
```

- 数组是一种由程序员构造出来的派生类型,具体包括一维数组、二维数组和多维数组,可用来定义相应的数组变量(通常也简称为数组)。
- 一个数组包括多个类型相同的元素。元素的类型为数组的基类型。每个元素由索引(index,即下标)唯一标识。
- 元素的个数为数组的长度,一般为大于1的常量。从C99标准开始允许数组的长度为变量,不过必须在定义数组前确定该变量的值,以便分配空间(C++语言规定数组长度需为常量)。

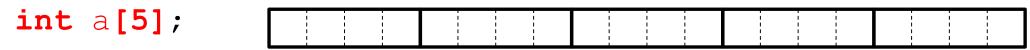
数组类型的构造

● 方法一: 先构造类型, 再定义变量

```
typedef int A[6];
//由元素类型关键字、一个中括号和一个表示数组长度的整数构造而成
//给构造好的数组类型取一个别名,写在中括号前边,作为数组类型标识符
A a;
//定义一个一维数组a
```

一维数组

● 数组的各个元素在内存占用连续的空间



◆ 数组所占内存空间的大小可以用sizeof操作符来计算 printf("%d \n", sizeof(a)); //输出数组a所占内存字节数20

● C语言的一维数组名,可以代表*第一个元素*在内存的地址

22fea8

一维数组的初始化

● 用一对花括号把元素的初始值括起来

```
int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
可以省略行数: int a[] = {1, 2, 3, 4, 5};
```

初始化表中的初始值个数可以少于数组长度,这种情况下,后部分数组元素初始化成○

```
int a[5] = \{1, 2, 3\}; //前三个元素为1、2、3,后两个元素均为0
```

一维数组的操作

● 通常不能进行整体操作

```
长度
             构造数组类型的符号
int a[5];
  下标
         下标操作符
a[5] = \{1, 2, 3, 4, 5\};
int b[5];
          for(int i=0; i<5; ++i)
b = a;
               a[i] = b[i];
s += a;
scanf("%d", &a);
printf("%d \n", a);
```

×//不能这样赋值,a[5]越界了!

- ×//不能这样赋值,要遍历(travel)
- ×//不能这样求和
- ×//不能这样输入数组元素的值
- ×//不能这样输出数组元素的值



当一维数组作为函数的参数在函数之间传递数据时,一般的做法是用一维数组的声明(不必指定长度)和一个整型变量的定义作为被调用函数的形参,调用者需要把一个一维数组的名称以及数组元素的个数传给被调用函数。

```
int Max(int x[], int num)
♥ 例5.1 求一维数组的最大值。
                                 int j = 0;
                                 for (int i = 1; i < num; ++i)
int Max(int x[], int num);
                                      if(x[i] > x[j]) j = i;
int main( )
                                 return j;
 int a1[10] = \{12,1,34\}, a2[20] = \{23,465,34\}, index max;
 index max = Max(a1, 10);
 printf("数组a1的最大元素是: %d \n", a1[index max]);
 index max = Max(a2, 20);
 printf("数组a2的最大元素是: %d \n", a2[index max]);
 return 0;
```

```
index_max |? 2
int Max(int x[], int num)
{ int i, j;
                                     34
 j = 0;
                                     465
                            0x20000028 a2
 for(i=1; i<num; ++i)</pre>
                                                          2
     if(x[i] > x[j]) j = i;
                                                          num
 return j;
                                                  Max返址 0x80000003
                                     34
                                                      x 0x20000000
                            0x20000000 a1 | 12
int main( )
                                                          10
                                                    num
{ int a1[10]=\{12,1,34\} 22[20]0]=\{23,465,34\}, index_max;
 index max = Max(a1, 10);
 index max = Max(a2, 20);
 printf("数组a2的最大元素是: %d \n", a2[index max]);
 return 0;
```

Max返回值

```
Max返回值
                             index_max |?
int Max(int x[], int num)
                                    34
{ int i, j;
                                    465
 j = 0;
                           0x20000028 a2
 for(i=1; i<num; ++i)
                                                         a
    if(x[i] > k[j]) j = i;
                                                         hum
 return j;
                                    34
                                                 Max返址 0x80000013
                                                     x 0x20000028
                           0x20000000 a1 12
int main( )
                                                         20
                                                   num
{ int a1[10]=\{12, 134\}, a2[20]=\{23, 465, 34\}, index max;
 index max = Max(a1, 10);
 index max = Max(a2, 20);
 printf("数组a2的最大元素是: %d \n", a2[index max]);
 return 0;
```

- 数组作为函数参数传递数据时,实际传递的是数组在内存的起始位置,而不是实参数组的所有元素,函数的形参并不会得到足够的存储空间存放所有数据,而只是接收、存储实参数组的起始位置,以便执行被调函数体时,可以到实参数组所在存储空间获取数据。这种方式可提高程序的执行效率,节省存储空间。
- 返回值类型不能是数组。
 - → 可以返回数组的下标、数组的某个元素或数组的起始位置

特殊的做法(根据具体需求)

```
index_max = Max(a1, N);
index_max = Max(a1, N/2);

int Max(int x[], int num)
{    int j = 0;
    for(int i = 1; i < num; ++i)
        if(x[i] > x[j]) j = i;
    return j;
}
```

```
index_max = Max(a1, n1, n2);
int Max(int x[], int a, int b)
{
   int j = 0;
   for(int i = 1; i < a + b; ++i)
        if(x[i] > x[j]) j = i;
   return j;
}
```

 $if(n1+n2 \ll N)$

一维数组的应用

- 存储、处理一组有序数据
 - → 排序问题
- 存储、处理一组有序标志,对应一组有序数据的状态
 - → 约瑟夫斯问题

排序问题是一种常见的非数值计算问题。

解决排序问题的算法有很多,比如冒泡排序、选择排序、插入排序、快速排序等等,以及它们的变种。

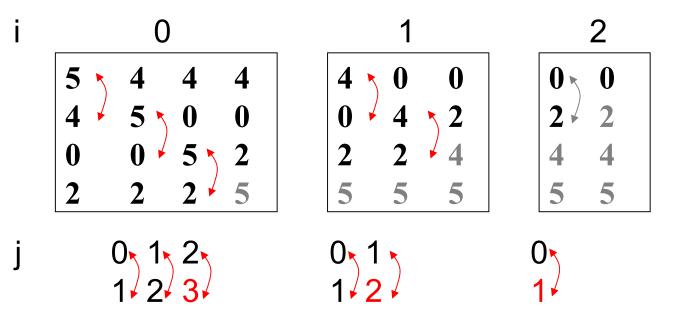
如果待排序数据存在数组中,则用程序实现这些排序算法时,需要实现

数组的遍历、两个元素的比较、交换、一个 元素的插入等操作,这些操作往往是通过综 合运用循环、分支流程控制及赋值操作等技 术来完成的。 ◎ 例5.2 基于一维数组的排序。

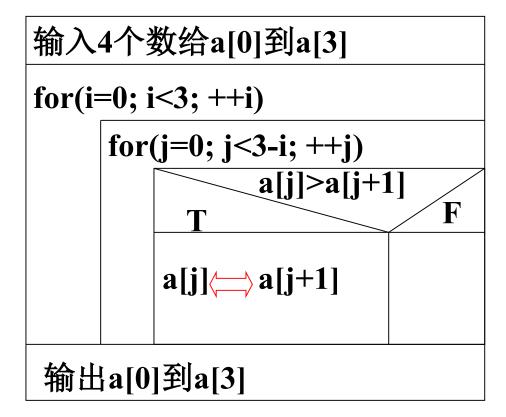
```
#define N 4
void Sort(int sdata[], int count);
int main( )
 int a[N];
 for (int i = 0; i < N; ++i)
    scanf("%d", &a[i]);
 Sort(a, N); //对N个数(eg. 5、4、0、2)从小到大排序
 for (int i = 0; i < N; ++i)
    printf("%d \t", a[i]);
 return 0;
```

冒泡法排序

- 比较相邻两个数,大的调到后头
- N个数排N-1趟,每趟内比较的次数随趟数递减。



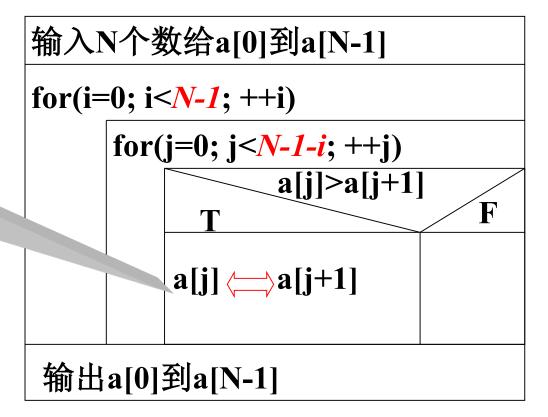
int a[4]



● 推广到N个数

交换 temp = a[j]; a[j] = a[j+1]; a[j+1] = temp;

int a[N]



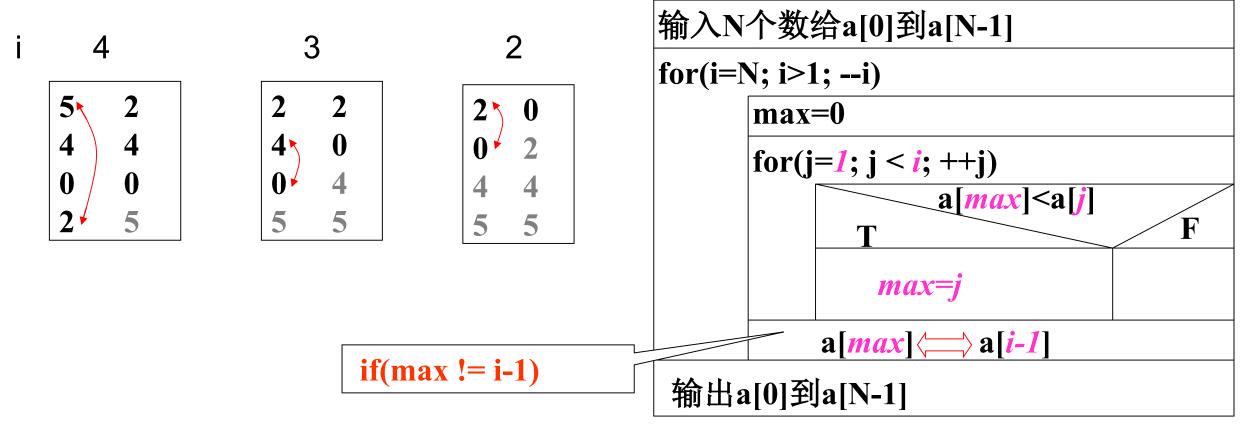
```
#define N 4
int main( )
  int a[N];
  for (int i = 0; i < N; ++i)
     scanf("%d", &a[i]);
  for (int i = 0; i < N; ++i)
     printf("%d \t", a[i]);
  return 0;
```

```
for(int i=0; i<N-1; ++i)
    for(int j=0; j<N-1-i; ++j)
         if(a[j]>a[j+1])
              int temp=a[j];
              a[j]=a[j+1];
              a[j+1]=temp;
```

```
#define N 4
int main(
     int a[N];
     for (int i=0; i < N; ++i)
          scanf("%d", &a[i]);
     BubbleSort(a, N);
           void BubbleSort(int sdata[], int count)
                for (int i = 0; i < count-1; ++i)
                     for (int j = 0; j < count-1-i; ++j)
                          if(sdata[j] > sdata[j+1])
                               int temp = sdata[j];
                               sdata[j] = sdata[j+1];
                               sdata[j+1] = temp;
```

选择法排序

- 从N个数中找出最大者,与第N个数交换位置;然后从剩余的N-1个数中再找出最大者 ,与第N-1个数交换位置;…;直到只剩下一个数为止
- N个数选择N-1趟,每趟内比较的次数随趟数递减,且*不是每次比较都进行元素交换*。



```
void SelSort(int sdata[ ], int count)
     for(int i = count; i > 1; --i) | 若改为 "for(int i = 1; i < count; ++i)",
                                       程序中的其他代码应做哪些相应修改,
                                       可以实现原功能?
           int max = 0;
           for (int j = 1; j < i; ++j)
                if(sdata[max] < sdata[j])</pre>
                      max = j;
                                交换
                                     sdata[max] = sdata[max] + sdata[i-1];
          if (max != i-1)
                                      sdata[i-1] = sdata[max] - sdata[i-1];
                                      sdata[max] = sdata[max] - sdata[i-1];
                int temp = sdata[max];
                sdata[max] = sdata[i-1];
                                                 同一个变量?
                sdata[i-1] = temp;
                      交换
                           sdata[max] = sdata[max] ^ sdata[i-1];
                            sdata[i-1] = sdata[max] ^ sdata[i-1];
                           sdata[max] = sdata[max] ^ sdata[i-1];
                                                                      23
```

快速法排序*

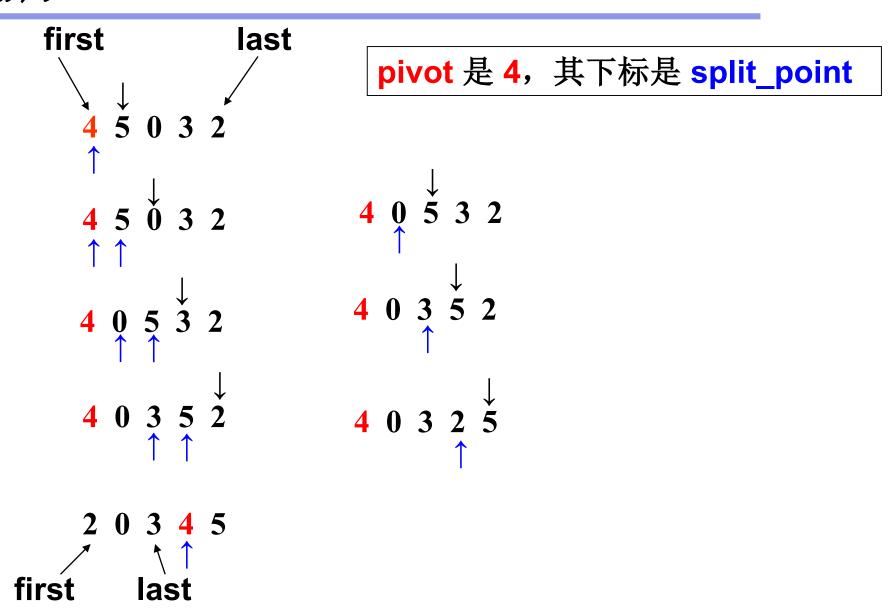
- 是对冒泡法的一种改进
- 基本思想:通过一趟排序将待排数据分隔成独立的两部分,其中一部分数据均比另一部分数据小,然后对这两部分数据分别进行快速排序,整个排序过程可以递归进行,以达到整个序列有序
- 即,设两个下标变量first和last,它们的初始值分别为0和N-1,然后寻找分割点split_point,再将分割点±1分别作为右半部分的first和左半部分的last,对两部分重复上述步骤,每部分直至first==last为止。

● 一趟快速排序的思想:

首先任意选取一个数据(通常选第一个数据)作为关键数据(转换值),然后将所有比它小的元素都放到它前面,所有比它大的元素都放到它后面。

即,设分割点split_point的初始值为0,其对应元素推选为pivot(转换值),从first所指位置后起,向后搜索,每遇到小于转换值的元素,就将分割点右移一次,并将那个小元素和分割点元素互换,最后将分割点元素与first元素交换,此时以分割点split_point为分界线,将序列分隔成了符合要求的两个子序列。

快速法排序*



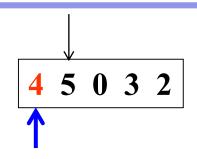
```
int Split(int sdata[], int first, int last);
void QuickSort(int sdata[ ], int first, int last)
    if(first < last)</pre>
         int split point = Split(sdata, first, last);
                   //寻找分割点
         QuickSort(sdata, first, split_point-1);
                   //对分割点以左的部分进行排序
         QuickSort(sdata, split point+1, last);
                   //对分割点以右的部分进行排序
```

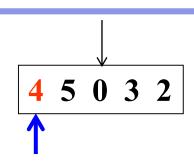
```
int Split(int sdata[], int first, int last)
     int pivot = sdata[first];
     int split point = first;
     for(int unknown = first+1; unknown <= last; ++unknown)</pre>
          if(sdata[unknown] < pivot)</pre>
               ++split point;
               int t = sdata[split point];
               sdata[split point] = sdata[unknown];
               sdata[unknown] = t;
     sdata[first] = sdata[split point];
     sdata[split point] = pivot;
     return split point;
```

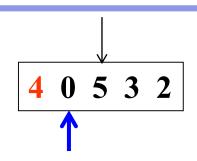
令第一个元素为 pivot

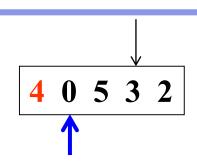
```
int Split(int sdata[], int first, int last)
     int pivot = sdata[first];
     int split point = first;
     for(int unknown = first+1; unknown <= last; ++unknown)</pre>
          if(sdata[unknown] < pivot)</pre>
               ++split point;
               int t = sdata[split point];
               sdata[split point] = sdata[unknown];
               sdata[unknown] = t;
     sdata[first] = sdata[split point];
     sdata[split point] = pivot;
     return split point;
```

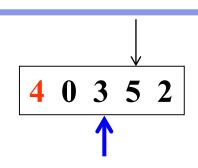
让后面的元素依次与之比较,小的往前调

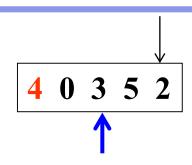


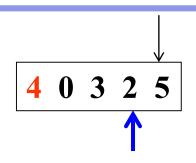


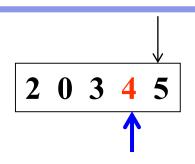


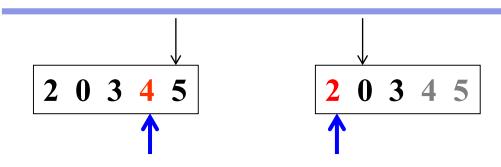


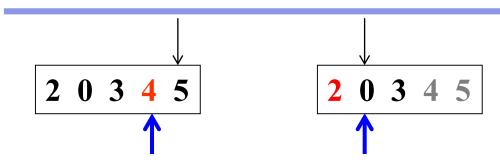


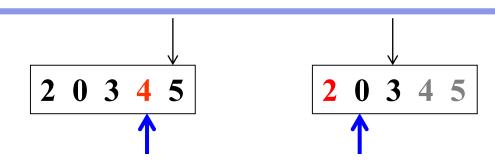










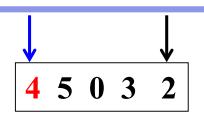


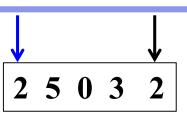
```
2 0 3 4 5
                0 2 3 4 5
int pivot = a[first]; //以首元素为基准
int i = first;
for(int unknown = first+1; unknown <= last; ++unknown)</pre>
     if(a[unknown] < pivot)</pre>
          swap(a[++i], a[unknown]);
swap(a[first], a[i]);
return i;
```

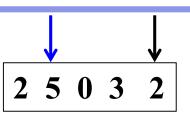
快速排序法寻找分割点另解

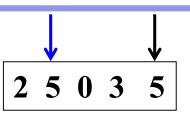
```
void QuickSort(int sdata[ ], int first, int last)
     if(first < last)</pre>
           int split point = Split(sdata, first, last);
                      //寻找分割点
           QuickSort(sdata, first, split point-1);
                      //对分割点以左的部分进行排序
           QuickSort(sdata, split point+1, last);
                       //对分割点以右的部分进行排序
```

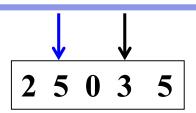
让两头的元素分别依次与之比较,右侧小的往前调,左侧大的往后调

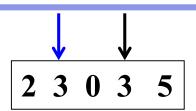


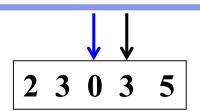


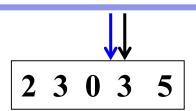


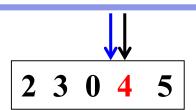


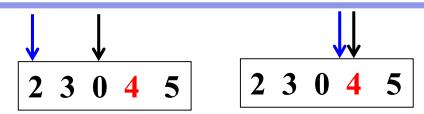


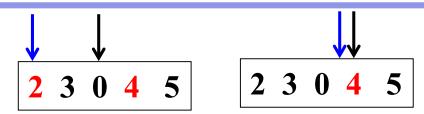


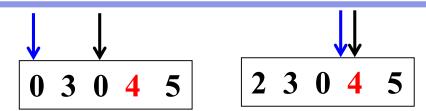


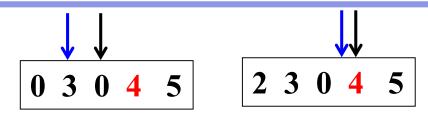


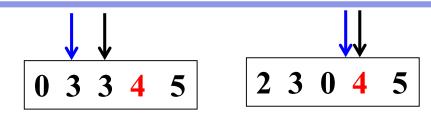


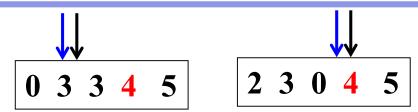












```
0 2 3 4 5 2 3 0 4 5
```

```
int Split(int a[], int first, int last)
     int pivot = a[first], i = first, j = last;
     while (i < j)
          while(i < j && a[j] >= pivot) --j;
          if(i < j) a[i] = a[j];
          while(i < j && a[i] <= pivot) ++i;
          if(i < j) a[j] = a[i];
     a[i] = pivot;
     return i;
```

```
const int N = 5;
void Sort(int a[], int n)
      if (n==1 \mid \mid !n) return;
      int key = a[0], t;
      int i=0, j=n-1;
      while (true)
          while (a[j] > key) \&\& i < j) --j;
          if(i==j) break;
          t = a[i], a[i] = a[j], a[j] = t;
          while (key > a[i]) \&\& i < j) ++i;
          if(i==j) break;
          t = a[i], a[i] = a[j], a[j] = t;
      Sort(a, i);
      Sort (a + i + 1, n - i - 1);
```

● 实现一维数组上的排序功能涉及哪些程序设计要素?

- → 循环流程控制
- → 分支流程控制
- → 赋值操作
- → 比较操作
- → 算术操作

● 例5.3 求解约瑟夫斯(Josephus)问题:有n个囚犯站成一圈,准备被处决。从某个人开始顺时针报数,报到k的囚犯从圈子离开,被处决;然后,从下一个人开始重新报数,每报到k,相应的囚犯从圈子离开,被处决;最后只剩下一个人,该囚犯可以继续活着;这位幸运的囚犯一开始站在什么位置?

● 分析:

- → 采用一维数组in_circle[n]表示n个囚犯围成一圈
- ◆ in_circle[index]为true表示编号为index的囚犯在圈子里
- → 剩下的人数 numRemained: n → 1
- → 从index为0的囚犯开始报数,圈子中index的下一个位置为(index+1)%n (下一 圈连续报数)

```
#define N 20
#define K 5
int Josephus(int n, int k);
int main()
 printf("The survival is No.%d \n", Josephus(N, K));
 return 0;
```

```
int numRemained = n;
index = \emptyset; n-1
while (numRemained > 1)
  int count = 0;
  while(count < k)</pre>
     index = (index+1) %n;
     if(in circle[index])
       ++count;
                                in circle[index-1] = false;
     index = (index+1)%n;
                                //可能会出现-1
  in_circle[index] = false; //囚犯离开圈子
  numRemained--; //圈中人数减1
```

```
//找最后一个囚犯
for(index = 0; index < n; ++index)
    if(in_circle[index])
        break;
return index;
}</pre>
```

The survival is No.6

注意:

break;

数组及其应用

- 一维数组
- 二维数组
- 多维数组
- 数组的应用
 - ◆ 可以利用数组存储一组有序数据
 - 基于数组的排序
 - 斐波那契数求解
 - 矩阵相乘 (二维数组)
 - 杨辉三角 (二维数组)
 - _ ...
 - ◆ 可以利用数组存储**一组有序标志**,以对应一组数据的状态
 - 用筛法求素数
 - 约瑟夫问题求解
 - 鞍点 (二维数组)
 - _ ...

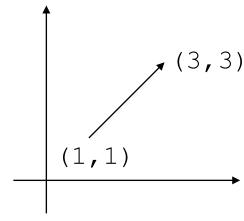
矩阵

- 用来表示具有位置关系的同类数据
 - → 例如,由方程组的系数及常数所构成的方阵,通过矩阵变换来解线性方程组既方便,又直观:

```
x + y + 2z = 1 1 1 2 1

2x + 3y + z = 1 2 3 1 1

4x + 5y + z = 2 4 5 1 2
```



```
int b[3][4] = \{\{1,1,2,1\}, \{2,3,1,1\}, \{4,5,1,2\}\};
```

int line[2][2] = {{1,1}, {3,3}};

二维数组

- 数组的各个元素在内存占用连续的空间
- C语言按行优先策略存储二维数组

int b[3][4];

 第	11	<u> </u>				第2 行															
-	-	-		i		:		į				į				-					
! !	ļ	!		! !		!	<u> </u>]] 		!	!	į			į				į		• • •

- 二维数组也是一种常见的数组类型,用来描述矩阵等具有二维结构的数据 ,第一维称为行,第二维称为列,二维数组的每个元素由其所在的行和列 唯一确定。
- 二维数组类型的构造
 - → 先构造类型,再定义变量typedef int B[3][2];B b;
 - → 构造类型的同时定义变量int b[3][2];

二维数组的初始化

 \bullet int b[3][4] = {1,1,2,1,2,3,1,1,4,5,1,2};

● 分行初始化

```
int b[3][4] = {{1,1,2,1}, {2,3,1,1}, {4,5,1,2}};
可以省略行数: int b[][4] = {{1,1,2,1}, {2,3,1,1}, {4,5,1,2}};
```

● 如果二维数组初始化表中的初始值个数少于二维数组的长度,或者某一行初始值的个数少于列数,则未指定的部分元素被初始化成0。

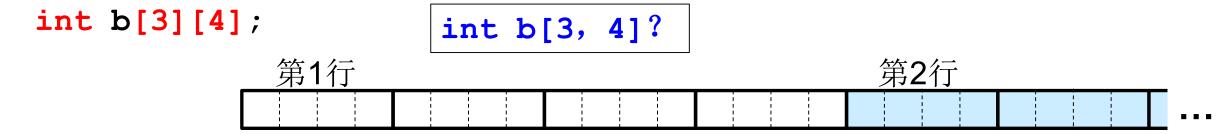
```
int b[3][4] = {1,1,2,1,2}; //第2行第2列以后的元素为0 int b[3][4] = {{1,1,2,1}, {2,3,1}, {4,5,1,2}}; //第2行第4列元素为0
```

二维数组的操作

- 通常不能进行整体操作
- 对二维数组的遍历,通常要采用嵌套的循环流程
 - **→ 行下标通常为外**循环变量
 - *→ 列下标通常为内*循环变量
 - 如果行下标≥行数或列下标≥列数,则出现越界问题

```
for(int i = 0; i < 3; ++i)
    for(int j = 0; j < 4; ++j)
        scanf("%d", &b[i][j]);</pre>
```

二维数组可以看成一个特殊的一维数组



有3个元素,名字看作b[i],每个元素都是一个一维数组(对应二维数组的一行)

 b[0]
 b[0][0]
 b[0][1]
 b[0][2]
 b[0][3]
 j: 0~3

 b[1]
 b[1][0]
 b[1][1]
 b[1][2]
 b[1][3]
 j: 0~3

 b[2]
 b[2][0]
 b[2][1]
 b[2][2]
 b[2][3]
 j: 0~3

b[i] 代表第i+1行第一个元素的内存地址 _____

//一维数组的名字代表第一个元素的内存地址

b 代表第一行的内存地址

```
for(int i = 0; i < 3; ++i)
  for(int j = 0; j < 4; ++j)
     scanf("%d", &b[i][j]);</pre>
```



当二维数组作为函数的参数在函数之间传递数据时,通常用二维数组的声明(不必指定行数)和一个整型变量的定义作为被调用函数的形参,调用者需要把一个二维数组的名称以及数组的行数传给被调用函数。

◎ 例5.4 求二维数组元素的和。

```
#define N 5
int Sum(int x[][N], int lin);
int main( )
            二维数组第一行的内存地址
   int mtrx[10][N] = {.....}
   printf("sum = %d \n", Sum(mtrx, 10));
   return 0;
       类型不明确,与实参类型不匹配
```

```
int Sum(int x[][N], int lin)
   \{ int s = 0; \}
     for (int i = 0; i < lin; ++i)
        for (int j = 0; j < N; ++j)
              s += x[i][j];
    return s;
                    Sum (mtrx, 10, N));
int Sum(int x[][], int lin, int col) //×
  for (int i = 0; i < lin; ++i)
     for (int j = 0; j < col; ++j)
```

- 二维数组可以看成另一种特殊的一维数组。
 - ◆ 又例如,可以将b看作长度为6的一维数组,用b[0][2*i+j] (等价于b[i][j]) 表示自b[0]开始的第2×i+j+1个元素。

int b[3][2]; // 共有6个元素:

```
b[0][2*i + j] (i: 0~2, j: 0~1)
b[0][0] (i=0, j=0)
b[0][1] (i=0, j=1)
b[0][2] (i=1, j=0)
b[0][3] (i=1, j=1)
b[0][4] (i=2, j=0)
b[0][5] (i=2, j=1)
```

```
第1行 第2行 第3行
```

```
for(int i = 0; i < 3; ++i)
  for(int j = 0; j < 2; ++j)
    scanf("%d", &b[0][2*i + j]);</pre>
```

```
#define N 5
int Sum(int x[][N], int lin);
int main( )
    int mtrx[10][N] = {.....};
    printf("sum = %d \n", Sum(mtrx, 10));
    return 0;
              int Sum(int x[][N], int lin)
               \{ int s = 0; \}
                for (int i = 0; i < lin; ++i)
                    for (int j = 0; j < N; ++j)
                         s += x[i][j]; 也可写成 s += x[0][N * i + j]
                return s;
                                                                    77
```

● 如果要提高前述Sum函数的通用性,可以将二维数组降为一维数组处理:

```
int Sum(int x[], int num)
\{ int s = 0; \}
  for (int i = 0; i < num; ++i)
     s += x[i];
  return s;
int m1[10][5], m2[20][6], m3[40][20];
printf("sum = %d \n", Sum(m1[0], 10 * 5));
printf("sum = %d \n", Sum(m2[0], 20 * 6));
printf("sum = %d \n", Sum(m3[0], 40 * 20));
```

- 二维数组作为函数参数传递数据时,实际传递的也是数组在内存的起始位置,函数的形参数组不再为整个数组分配内存空间,它共享实参数组的内存空间。
- 返回值不能是二维数组类型,因为数组不能整体操作。

二维数组的应用

- 存储、处理一组具有平面位置关系的数据
 - → 计算矩阵的乘积、显示杨辉三角形
- ◎ 存储、处理一组标志,对应一组具有平面位置关系数据的状态
 - → 鞍点的识别

♥ 例5.5 求矩阵的乘积。

→ 设有两个矩阵A_{mn}、B_{np},

$$\begin{pmatrix}
1 & 1 & 1 & 1 \\
2 & 2 & 2 & 2 \\
3 & 3 & 3 & 3
\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}
7 & 7 \\
5 & 5 \\
6 & 6 \\
7 & 7
\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}
4 & 4 \\
5 & 5 \\
6 & 6 \\
7 & 7
\end{pmatrix}$$

乘积矩阵 $C_{mp} = A_{mn} \times B_{np}$, C_{mp} 中每一项的计算公式为:

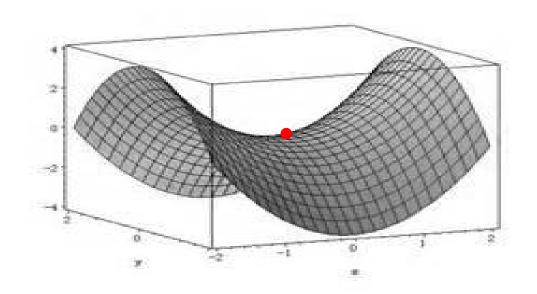
$$C_{ij} = \sum_{k=0}^{n-1} A_{ik} \times B_{kj}$$

$$i=0$$
, ..., $m-1$; $j=0$, ..., $p-1$

```
#define N 4
#define M 3
#define P 2
void prod(int ma[][N], int mb[][P], int mc[][P], int m);
int main( )
  int ma[M][N] = \{\{1, 1, 1, 1\}, \{2, 2, 2, 2\}, \{3, 3, 3, 3\}\};
  int mb[N][P] = \{\{4, 4\}, \{5, 5\}, \{6, 6\}, \{7, 7\}\};
                                                            22
                                                        22
  int mc[M][P];
                                                            44
  prod(ma, mb, mc, M);
  for (int i = 0; i < M; ++i)
                                                             66
     for(int j = 0; j < P; ++j)
          printf("%d \t", mc[i][j]);
          if((j + 1) % P == 0) printf("\n"); //换行
  return 0;
```

```
void prod(int ma[][N], int mb[][P], int mc[][P], int m)
  for (int i = 0; i < m; ++i)
     for (int j = 0; j < P; ++j)
          int s = 0;
          for (int k = 0; k < N; ++k)
               s += ma[i][k] * mb[k][j];
          mc[i][j] = s;
```

例5.6 矩阵的鞍点是指矩阵中的一个位置,该位置上的元素是其所在行上的最大值且是一个极大值,所在列的最小值且是一个极小值。一个矩阵可能有多个鞍点,也可能没有鞍点。



3	7	7	9	3
3	6	3	6	3
4	5	4	5	4
3	6	3	6	3
3	8	3	8	3

```
3
                                            3
                                            3
                                                             3
                           Saddle Point: a[2][1]: 5
#define M 5
                           Saddle Point: a[2][3]: 5
#define N 5
int i, j, l, k, a[M][N] =
{{3,7,3,9,3},{3,6,3,6,3},{4,5,4,5,4},{3,6,3,6,3},{3,8,3,8,3}};
for (i=0; i < M; ++i)
     for (j=0; j < N; ++j)
          printf("%d \t", a[i][j]);
     printf("\n");
printf("\n");
```

```
bool flag max[M][N] = {false};
for (i=0; i < M; ++i)
    k = 0;
    for (j=1; j < N; ++j)
         if(a[i][j] > a[i][k])
              k = j; //第i行找最大数,下标存k
    for(j=0; j < N; ++j)
         if(a[i][j] == a[i][k])
              flag max[i][j] = true;
              //第i行所有最大数对应true,处理多个鞍点
```

```
bool flag min[M][N] = {false};
for (j=0; j < N; ++j)
    k = 0;
    for (i=1; i < M; ++i)
         if(a[i][j] < a[k][j])
              k = i; //第j列找最小数,下标存k
     for (i=0; i < M; ++i)
         if(a[i][j] == a[k][j])
              flag min[i][j] = true;
              //第j列所有最小数对应true , 处理多个鞍点
```

```
bool flag_extremum[M][N] = {false};//初始化极值标志
for (i=1; i < M-1; ++i)
     for (j=1; j < N-1; ++j)
                                            //左
         if(a[i][j] != a[i][j-1]
                   && a[i][j] != a[i][j+1] //右
                   && a[i][j] != a[i-1][j] //上
                   && a[i][j] != a[i+1][j]) //下
              flag extremum[i][j] = true;
                        //第i行第j列元素为极值
```

```
bool count = false; //初始化无鞍点标志
for (i=1; i < M-1; ++i)
   for (j=1; j < N-1; ++j)
      if(flag_max[i][j] && flag_min[i][j] && flag extremum[i][j])
         printf("Saddle Point: a[%d][%d]: %d \n", i, j, a[i][j]);
         count = true;
if (!count)
   printf("not any Saddle Points. \n");
```

多维数组

- 多维数组可以用来表示数据立方体等高维数据,应用于图像处理、销售记录分析等领域
- 多维数组类型由基类型、多个中括号和多个整数(分别表示每一维的元素个数)构造而成。可以用构造好的多维数组类型定义多维数组变量,也可以在构造多维数组类型的同时直接定义多维数组变量。
 - → 比如,

int d[2][3][4]; //定义了一个三维数组,元素个数为24 (= 2×3×4)

小结

- ▶ 数组:
 - → 一种派生数据类型,表示固定多个同类型的有序数据群体
 - → 存储于内存中的连续空间
 - → 不能整体操作
- 要求:
 - ◆ 掌握数组的定义、初始化和操作方法
 - ◆ 掌握一维数组、二维数组的特征与应用方法
 - 作为函数的参数用法
 - 一个程序代码量≈100行
 - → 继续保持良好的编程习惯

对于较大的数组,尽量用float型代替double型, 以节省存储空间

Thanks!

