第5讲：数组

目录

正文开始

1. 数组的概念

数组是一组相同类型元素的集合；从这个概念中我们就可以发现2个有价值的信息：

- 数组中存放的是1个或者多个数据，但是数组元素个数不能为0。
- 数组中存放的多个数据，类型是相同的。

数组分为一维数组和多维数组，多维数组一般比较多见的是二维数组。

2. 一维数组的创建和初始化

2.1 数组创建

一维数组创建的基本语法如下：

```
type arr_name[常量值];
```

存放在数组的值被称为**数组的元素**，数组在创建的时候可以指定**数组的大小**和**数组的元素**类型。

- `type` 指定的是数组中存放数据的类型，可以是：`char、short、int、float` 等，也可以自定义的类型。
- `arr_name` 指的是数组名的名字，这个名字根据实际情况，起的有意义就行。
- `[]` 中的**常量值**是用来指定数组的大小的，这个数组的大小是根据实际的需求指定就行。

比如：我们现在想存储某个班级的20人的数学成绩，那我们就可以创建一个数组，如下：

```
int math[20];
```

当然我们也可以根据需要创建其他类型和大小的数组：

```
char ch[8];
double score[10];
```

2.2 数组的初始化

有时候，数组在创建的时候，我们需要给定一些初始值，这种就称为初始化的。

那数组如何初始化呢？数组的初始化一般使用**大括号**，将数据放在大括号中。

数组如果进行了初始化，数组的大小是可以省略掉的。

```
//完全初始化
int arr[5] = {1,2,3,4,5};

//不完全初始化
int arr2[6] = {1};//第一个元素初始化为1，剩余的元素默认初始化为0

//错误的初始化 - 初始化项太多
int arr3[3] = {1, 2, 3, 4};
```

2.3 数组的类型

数组也是有类型的，数组算是一种自定义类型，去掉数组名留下的就是数组的类型。

如下：

```
int arr1[10];
int arr2[12];
char ch[5];
```

arr1数组的类型是 `int [10]`

arr2数组的类型是 `int [12]`

ch 数组的类型是 `char [5]`

3. 一维数组的使用

学习了一维数组的**基本语法**，一维数组可以存放数据，存放数据的目的是对数据的操作，那我们如何使用一维数组呢?

3.1 数组下标

C语言规定数组是有下标的，下标是从0开始的，假设数组有n个元素，最后一个元素的下标是n-1，下标就相当于数组元素的编号，如下：

```
int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
```

数组	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
下标	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

数组元素和下标

在C语言中数组的访问提供了一个操作符 `[]` ，这个操作符叫：**下标引用操作符**。

有了下标访问操作符，我们就可以轻松的访问到数组的元素了，比如我们访问下标为7的元素，我们就可以使用 `arr[7]` ，想要访问下标是3的元素，就可以使用 `arr[3]` ,如下代码：

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
```

```
    printf("%d\n", arr[7]);//8
    printf("%d\n", arr[3]);//4
    return 0;
}
```

输出结果：

3.2 数组元素的打印

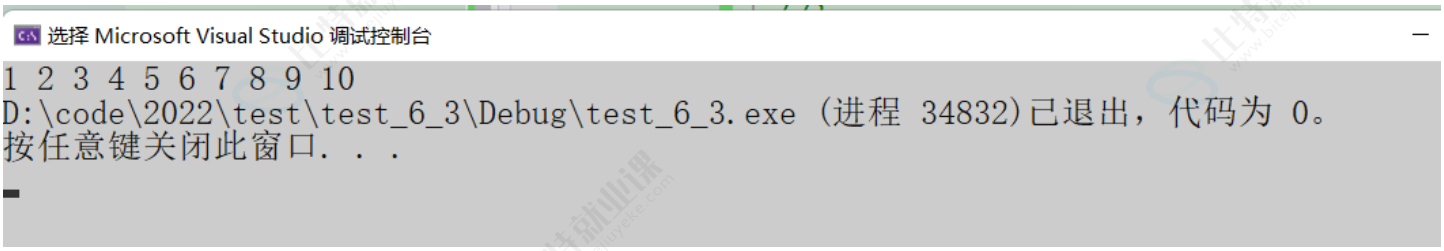
接下来，如果想要访问整个数组的内容，那怎么办呢？

只要我们产生数组所有元素的下标就可以了，那我们使用for循环产生0~9的下标，接下来使用下标访问就行了。

如下代码：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    int i = 0;
    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
        printf("%d ", arr[i]);
    }
    return 0;
}
```

输出的结果：



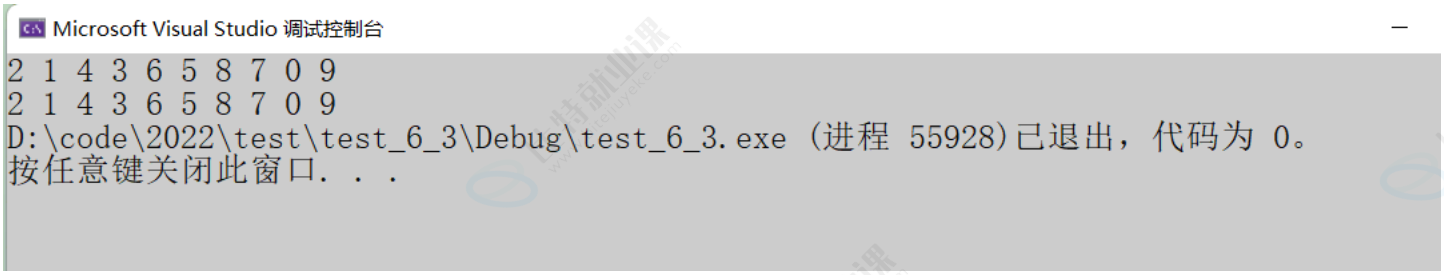
3.3 数组的输入

明白了数组的访问，当然我们也根据需求，自己给数组输入想要的数据，如下：

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

```c
int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    int i = 0;
    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
        scanf("%d", &arr[i]);
    }
    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
        printf("%d ", arr[i]);
    }
    return 0;
}
```

输入个输出结果：



4. 一维数组在内存中的存储

有了前面的知识，我们其实使用数组基本没有什么障碍了，如果我们要深入了解数组，我们最好能了解一下数组在内存中的存储。

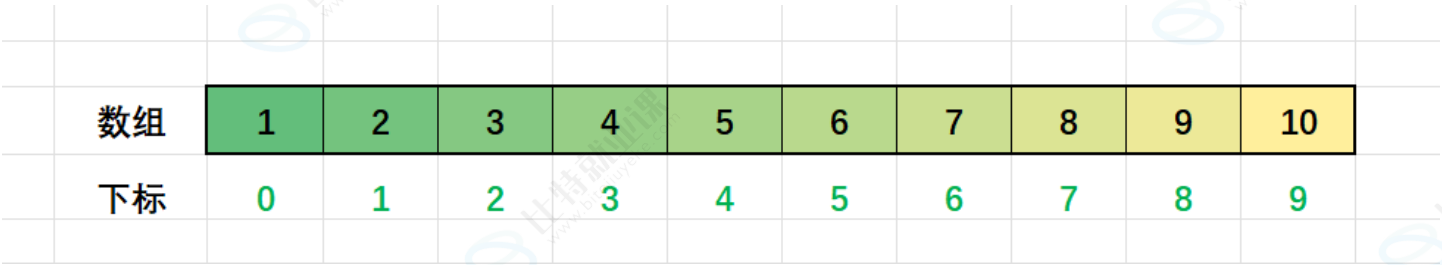
依次打印数组元素的地址：

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    int i = 0;
    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
        printf("&arr[%d] = %p\n ", i, &arr[i]);
    }
    return 0;
}
```

输出结果我们看看：

```
选择 Microsoft Visual Studio 调试控制台
&arr[0] = 0133F8D0
&arr[1] = 0133F8D4
&arr[2] = 0133F8D8
&arr[3] = 0133F8DC
&arr[4] = 0133F8E0
&arr[5] = 0133F8E4
&arr[6] = 0133F8E8
&arr[7] = 0133F8EC
&arr[8] = 0133F8F0
&arr[9] = 0133F8F4
```

从输出的结果我们分析，数组随着下标的增长，地址是由小到大变化的，并且我们发现每两个相邻的元素之间相差4（因为一个整型是4个字节）。所以我们得出结论：**数组在内存中是连续存放的**。这就为后期我们使用指针访问数组奠定了基础（在讲指针的时候我们在再讲，这里暂且记住就行）。



数组元素在内存中是连续存放的

5. sizeof 计算数组元素个数

在遍历数组的时候，我们经常想知道数组的元素个数，那C语言中有办法使用程序计算数组元素个数吗？

答案是有的，可以使用**sizeof**。

`sizeof` 中C语言是一个关键字，是可以计算类型或者变量大小的，其实 `sizeof` 也可以计算数组的大小。

比如：

```c
#include <stido.h>

int main()
{
    int arr[10] = {0};
    printf("%d\n", sizeof(arr));
    return 0;
}
```

这里输出的结果是40，计算的是数组所占内存空间的总大小，单位是**字节**。

我们又知道数组中所有元素的类型都是相同的，那只要计算出一个元素所占字节的个数，数组的元素个数就能算出来。这里我们选择第一个元素算大小就可以。

```c
#include <stido.h>

int main()
{
    int arr[10] = {0};
    printf("%d\n", sizeof(arr[0]));//计算一个元素的大小，单位是字节
    return 0;
}
```

接下来就能计算出数组的元素个数：

```c
#include <stido.h>

int main()
{
    int arr[10] = {0};
    int sz = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    printf("%d\n", sz);
    return 0;
}
```

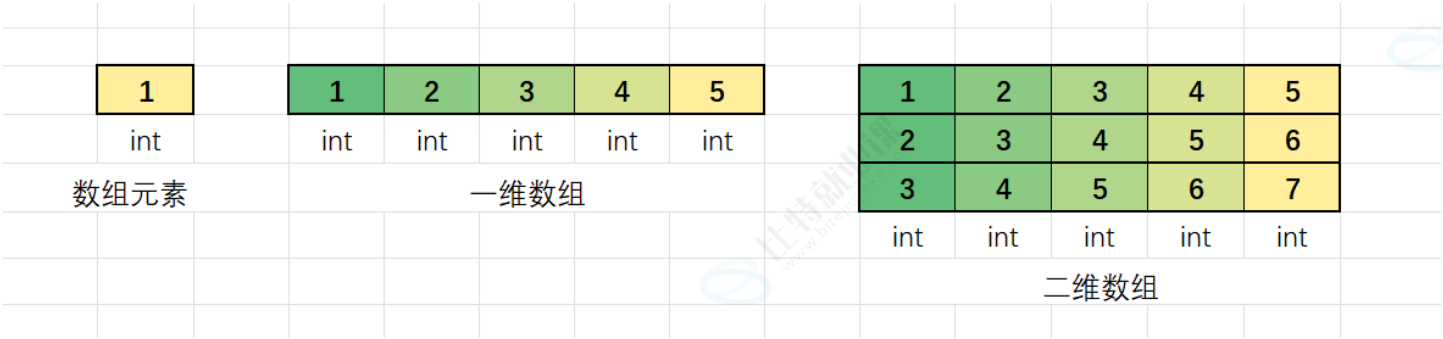
这里的结果是：10，表示数组有10个元素。

以后在代码中需要数组元素个数的地方就不用固定写死了，使用上面的计算，不管数组怎么变化，计算出的大小也就随着变化了。

6. 二维数组的创建

6.1 二维数组的概念

前面学习的数组被称为一维数组，数组的元素都是内置类型的，如果我们把一维数组做为数组的元素，这时候就是**二维数组**，二维数组作为数组元素的数组被称为**三维数组**，二维数组以上的数组统称为**多维数组**。



整型、整型一维数组、整型二维数组

6.2 二维数组的创建

那我们如何定义二维数组呢？语法如下：

```
type arr_name[常量值1][常量值2];

例如:
int arr[3][5];
double data[2][8];
```

解释：上述代码中出现的信息

- 3表示数组有3行
- 5表示每一行有5个元素
- int 表示数组的每个元素是整型类型
- arr 是数组名，可以根据自己的需要指定名字

data数组意思基本一致。

7. 二维数组的初始化

在创建变量或者数组的时候，给定一些初始值，被称为初始化。

那二维数组如何初始化呢？像一维数组一样，也是使用大括号初始化的。

7.1 不完全初始化

```
int arr1[3][5] = {1, 2};
int arr2[3][5] = {0};
```

	0	1	2	3	4
0	1	2	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

arr1数组

	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

arr2数组

7.2 完全初始化

```
1   int arr3[3][5] = {1,2,3,4,5, 2,3,4,5,6, 3,4,5,6,7};
```

	0	1	2	3	4
0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7

arr3数组

7.3 按照行初始化

```
1   int arr4[3][5] = {{1,2},{3,4},{5,6}};
```

	0	1	2	3	4
0	1	2	0	0	0
1	3	4	0	0	0
2	5	6	0	0	0

arr4数组

7.4 初始化时省略行，但是不能省略列

```
1   int arr5[][5] = {1,2,3};
```

```
2   int arr6[][5] = {1,2,3,4,5,6,7};
3   int arr7[][5] = {{1,2}, {3,4}, {5,6}};
```

	0	1	2	3	4
0	1	2	3	0	0

arr5数组

	0	1	2	3	4
0	1	2	3	4	5
1	6	7	0	0	0

arr6数组

	0	1	2	3	4
0	1	2	0	0	0
1	3	4	0	0	0
2	5	6	0	0	0

arr7数组

8. 二维数组的使用

8.1 二维数组的下标

当我们掌握了二维数组的创建和初始化，那我们怎么使用二维数组呢?

其实二维数组访问也是使用下标的形式的，二维数组是有行和列的，只要锁定了行和列就能唯一锁定数组中的一个元素。

C语言规定，二维数组的行是从0开始的，列也是从0开始的，如下所示：

```
1   int arr[3][5] = {1,2,3,4,5, 2,3,4,5,6, 3,4,5,6,7};
```

	0	1	2	3	4
0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7

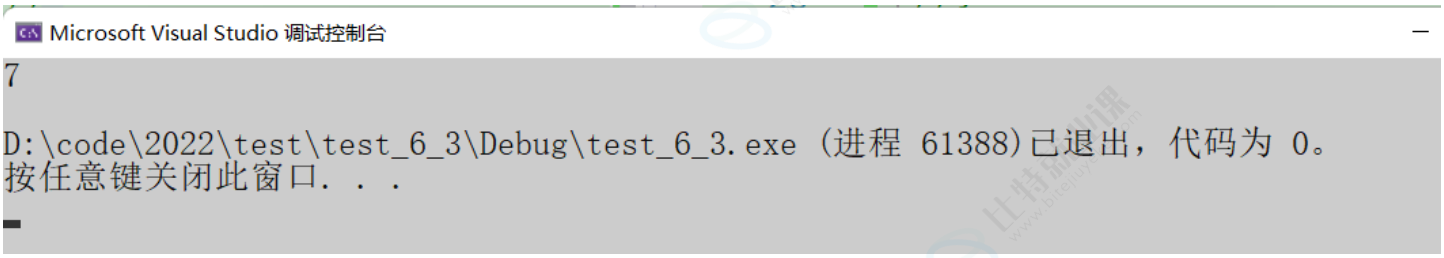
arr数组

图中最右侧绿色的数字表示行号，第一行蓝色的数字表示列号，都是从0开始的，比如，我们说：第2行，第4列，快速就能定位出7。

```
1   #include <stdio.h>
2   int main()
3   {
4       int arr[3][5] = {1,2,3,4,5, 2,3,4,5,6, 3,4,5,6,7};
5       printf("%d\n", arr[2][4]);
```

```
    return 0;
}
```

输出的结果如下：



8.2 二维数组的输入和输出

访问二维数组的单个元素我们知道了，那如何访问整个二维数组呢？

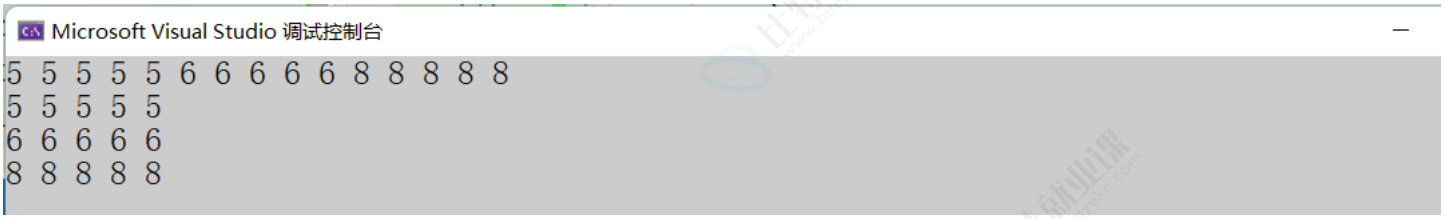
其实我们只要能够按照一定的规律产生所有的行和列的数字就行；以上一段代码中的arr数组为例，行的选择范围是0~2，列的取值范围是0~4，所以我们可以借助循环实现生成所有的下标。

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int arr[3][5] = {1,2,3,4,5, 2,3,4,5,6, 3,4,5,6,7};
    int i = 0;//遍历行
    //输入
    for(i = 0; i < 3; i++) //产生行号
    {
        int j = 0;
        for(j = 0; j < 5; j++) //产生列号
        {
            scanf("%d", &arr[i][j]); //输入数据
        }
    }
    //输出
    for(i = 0; i < 3; i++) //产生行号
    {
        int j = 0;
        for(j = 0; j < 5; j++) //产生列号
        {
            printf("%d ", arr[i][j]); //输出数据
        }
        printf("\n");
    }
    return 0;
```

```
27  }
```

输入和输出的结果：



9. 二维数组在内存中的存储

像一维数组一样，我们如果想研究二维数组在内存中的存储方式，我们也是可以打印出数组所有元素的地址的。代码如下：

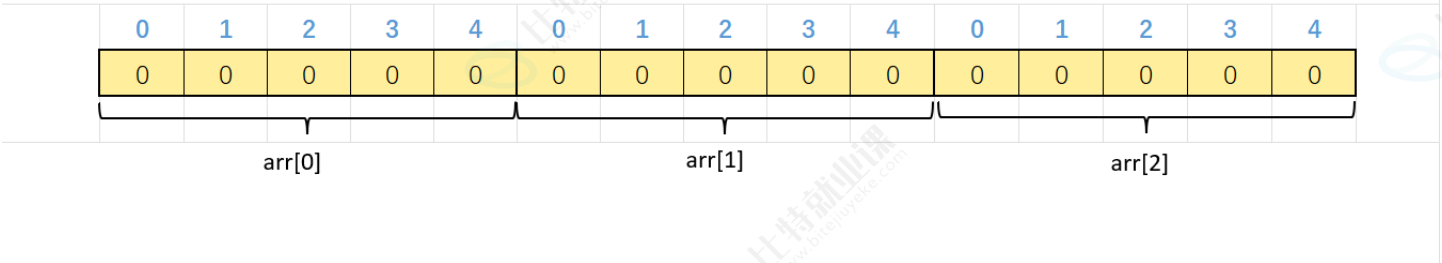
```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[3][5] = { 0 };
    int i = 0;
    int j = 0;
    for (i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (j = 0; j < 5; j++)
        {
            printf("&arr[%d][%d] = %p\n", i, j, &arr[i][j]);
        }
    }
    return 0;
}
```

输出的结果：

```
Microsoft Visual Studio 调试控制台
&arr[0][0] = 00CFF860
&arr[0][1] = 00CFF864
&arr[0][2] = 00CFF868
&arr[0][3] = 00CFF86C
&arr[0][4] = 00CFF870
&arr[1][0] = 00CFF874
&arr[1][1] = 00CFF878
&arr[1][2] = 00CFF87C
&arr[1][3] = 00CFF880
&arr[1][4] = 00CFF884
&arr[2][0] = 00CFF888
&arr[2][1] = 00CFF88C
&arr[2][2] = 00CFF890
&arr[2][3] = 00CFF894
&arr[2][4] = 00CFF898
```

从输出的结果来看，每一行内部的每个元素都是相邻的，地址之间相差4个字节，跨行位置处的两个元素（如：arr[0][4]和arr[1][0]）之间也是差4个字节，所以**二维数组中的每个元素都是连续存放**的。

如下图所示：



二维数组的每一行在内存中连续存放

了解清楚二维数组在内存中的布局，有利于我们后期使用指针来访问数组的学习。

10. C99中的变长数组

在C99标准之前，C语言在创建数组的时候，数组大小的指定只能使用常量、常量表达式，或者如果我们初始化数据的话，可以省略数组大小。

如：

```
1   int arr1[10];
2   int arr2[3+5];
3   int arr3[] = {1,2,3};
```

这样的语法限制，让我们创建数组就不够灵活，有时候数组大了浪费空间，有时候数组又小了不够用的。

C99中给一个**变长数组（variable-length array，简称 VLA）**的新特性，允许我们可以使用变量指定数组大小。

请看下面的代码：

```
int n = a + b;
int arr[n];
```

上面示例中，数组 `arr` 就是变长数组，因为它的长度取决于变量 `n` 的值，编译器没法事先确定，只有运行时才能知道 `n` 是多少。

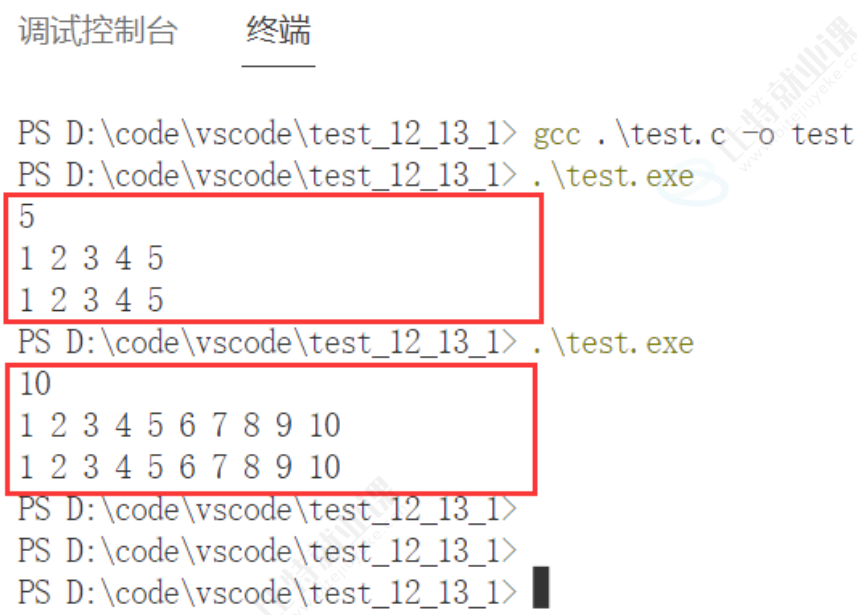
变长数组的根本特征，就是数组长度只有运行时才能确定，**所以变长数组不能初始化**。它的好处是程序员不必在开发时，随意为数组指定一个估计的长度，程序可以在运行时为数组分配精确的长度。有一个比较迷惑的点，变长数组的意思是数组的大小是可以使用变量来指定的，在程序运行的时候，根据变量的大小来指定数组的元素个数，而不是说数组的大小是可变的。数组的大小一旦确定就不能再变化了。

遗憾的是在VS2022上，虽然支持大部分C99的语法，没有支持C99中的变长数组，没法测试；下面是我在gcc编译器上测试，可以看一下。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 0;
    scanf("%d", &n);//根据输入数值确定数组的大小
    int arr[n];
    int i = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        scanf("%d", &arr[i]);
    }
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("%d ", arr[i]);
    }
    return 0;
}
```

第一次测试，我给n中输入5，然后输入5个数字在数组中，并正常输出

第二次测试，我给n中输入10，然后输入10个数字在数组中，并正常输出



11. 数组练习

练习1：多个字符从两端移动，向中间汇聚

编写代码，演示多个字符从两端移动，向中间汇聚

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    char arr1[] = "welcome to bit...";
    char arr2[] = "##################";
    int left = 0;
    int right = strlen(arr1)-1;
    printf("%s\n", arr2);
    while(left<=right)
    {
        Sleep(1000);
        arr2[left] = arr1[left];
        arr2[right] = arr1[right];
        left++;
        right--;
        printf("%s\n", arr2);
    }
    return 0;
}
```

练习2：二分查找

题目：给定一个升序的整型数组，在这个数组中查找到指定的值n，找到了就打印n的下标，找不到就打印："找不到"。

在一个升序的数组中查找指定的数字n，很容易想到的方法就是遍历数组，但是这种方法效率比较低。

比如我买了一双鞋，你好奇问我多少钱，我说不超过300元。你还是好奇，你想知道到底多少，我就让你猜，你会怎么猜？你会1，2，3，4...这样猜吗？显然很慢；一般你都会猜中间数字，比如：150，然后看大了还是小了，这就是**二分查找**，也叫**折半查找**。

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int arr[] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    int left = 0;
    int right = sizeof(arr)/sizeof(arr[0])-1;
    int key = 7;//要找的数字
    int mid = 0;//记录中间元素的下标
    int find = 0;
    while(left <= right)
    {
        mid = (left+right)/2;
        if(arr[mid] > key)
        {
                right = mid-1;
        }
        else if(arr[mid] < key)
        {
                left = mid+1;
        }
        else
        {
            find = 1;
           break;
        }
    }

    if(1 == find)
        printf("找到了,下标是%d\n", mid);
    else
        printf("找不到\n");
    return 0;
}
```

求中间元素的下标，使用 `mid = (left + right) / 2` ，如果left和right比较大的时候可能存在问题，可以使用下面的方式：

```
1   mid = left + (right - left) / 2;
```

完