6. 数组的定义与使用

【本节目标】

1. 理解数组基本概念
2. 掌握数组的基本用法
3. 数组与方法互操作
4. 熟练掌握数组相关的常见问题和代码

1. 数组的基本概念

1.1 为什么要使用数组

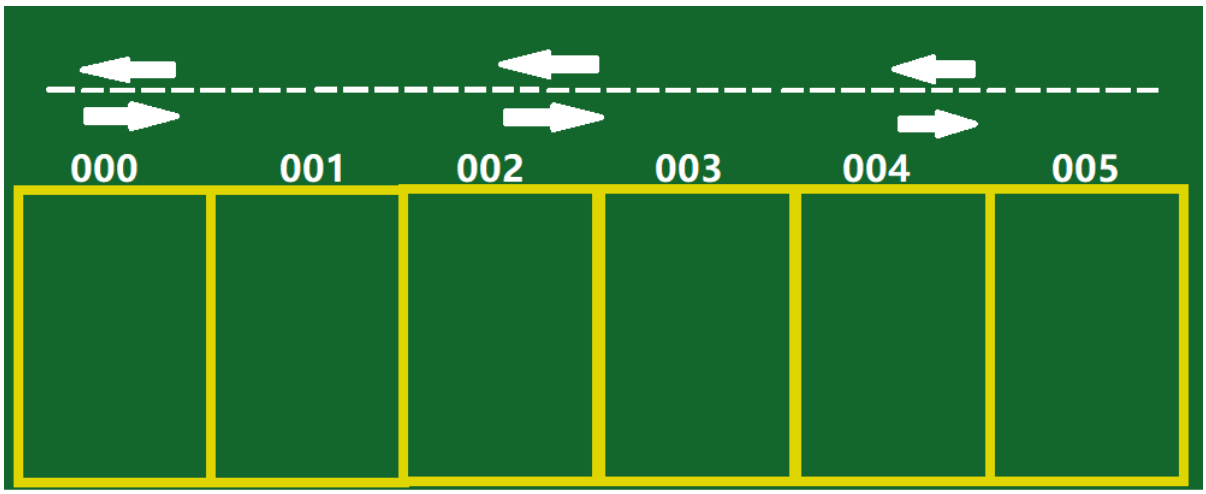
假设现在要存5个学生的javaSE考试成绩，并对其进行输出，按照之前掌握的知识点，我么会写出如下代码：

```
public class TestStudent{
    public static void main(String[] args){
        int score1 = 70;
        int score2 = 80;
        int score3 = 85;
        int score4 = 60;
        int score5 = 90;

        System.out.println(score1);
        System.out.println(score2);
        System.out.println(score3);
        System.out.println(score4);
        System.out.println(score5);
    }
}
```


上述代码没有任何问题，但不好的是：如果有20名同学成绩呢，需要创建20个变量吗？有100个学生的成绩那不得要创建100个变量。仔细观察这些学生成绩发现：**所有成绩的类型都是相同的**，那ava中存在可以存储相同类型多个数据的类型吗？这就是本节要将的数组。

1.2 什么是数组

数组：可以看成是**相同类型元素的一个集合。**在内存中是一段连续的空间。比如现实中的车库：



在java中，包含6个整形类型元素的数组，就相当于上图中连在一起的6个车位，从上图中可以看到：

1. 数组中存放的元素其类型相同
2. 数组的空间是连在一起的
3. 每个空间有自己的编号，其实位置的编号为0，即数组的下标。

那在程序中如何创建数组呢?

1.3 数组的创建及初始化

1.3.1 数组的创建

```
T[] 数组名 = new T[N];
```

T：表示数组中存放元素的类型

T[]：表示数组的类型

N：表示数组的长度

```
int[] array1 = new int[10];      // 创建一个可以容纳10个int类型元素的数组
double[] array2 = new double[5]; // 创建一个可以容纳5个double类型元素的数组
String[] array3 = new double[3]; // 创建一个可以容纳3个字符串元素的数组
```

1.3.2 数组的初始化

数组的初始化主要分为**动态初始化以及静态初始化。**

1. **动态初始化：在创建数组时，直接指定数组中元素的个数**

   ```
   int[] array = new int[10];
   ```

2. **静态初始化：在创建数组时不直接指定数据元素个数，而直接将具体的数据内容进行指定**

   语法格式：`T[] 数组名称 = {data1, data2, data3, ..., datan};`

```
int[] array1 = new int[]{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
double[] array2 = new double[]{1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0};
String[] array3 = new String[]{"hell", "Java", "!!!"};
```

【注意事项】

- 静态初始化虽然没有指定数组的长度，编译器在编译时会根据{}中元素个数来确定数组的长度。
- 静态初始化时, {}中数据类型必须与[]前数据类型一致。
- 静态初始化可以简写，省去后面的new T[]。

```
// 注意：虽然省去了new T[], 但是编译器编译代码时还是会还原
int[] array1 = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
double[] array2 = {1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0};
String[] array3 = {"hell", "Java", "!!!"};
```

- 数组也可以按照如下C语言个数创建，不推荐

```
/*
该种定义方式不太友好，容易造成数组的类型就是int的误解
[]如果在类型之后，就表示数组类型，因此int[]结合在一块写意思更清晰
*/
int arr[] = {1, 2, 3};
```

- 静态和动态初始化也可以分为两步，但是省略格式不可以。

```
int[] array1;
array1 = new int[10];

int[] array2;
array2 = new int[]{10, 20, 30};

// 注意省略格式不可以拆分, 否则编译失败
// int[] array3;
// array3 = {1, 2, 3};
```

- 如果没有对数组进行初始化，数组中元素有其默认值
  - 如果数组中存储元素类型为基类类型，默认值为基类类型对应的默认值，比如：

类型	默认值
byte	0
short	0
int	0
long	0
float	0.0f
double	0.0
char	/u0000
boolean	false

- 如果数组中存储元素类型为引用类型，默认值为null

1.4 数组的使用

1.4.1 数组中元素访问

数组在内存中是一段连续的空间，空间的编号都是从0开始的，依次递增，该编号称为数组的下标，数组可以通过下标访问其任意位置的元素。比如：

```
int[]array = new int[]{10, 20, 30, 40, 50};
System.out.println(array[0]);
System.out.println(array[1]);
System.out.println(array[2]);
System.out.println(array[3]);
System.out.println(array[4]);

// 也可以通过[]对数组中的元素进行修改
array[0] = 100;
System.out.println(array[0]);
```

【注意事项】

1. 数组是一段连续的内存空间，因此**支持随机访问，即通过下标访问快速访问数组中任意位置的元素**
2. 下标从0开始，介于[0, N）之间不包含N，N为元素个数，不能越界，否则会报出下标越界异常。

```
int[] array = {1, 2, 3};
System.out.println(array[3]); // 数组中只有3个元素，下标一次为：0 1 2，array[3]下标越界

// 执行结果
Exception in thread "main" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 100
    at Test.main(Test.java:4)
```

抛出了 `java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException` 异常. 使用数组一定要下标谨防越界.

1.4.2 遍历数组

所谓 **"遍历" 是指将数组中的所有元素都访问一遍, 访问是指对数组中的元素进行某种操作**，比如：打印。

```
int[]array = new int[]{10, 20, 30, 40, 50};
System.out.println(array[0]);
System.out.println(array[1]);
System.out.println(array[2]);
System.out.println(array[3]);
System.out.println(array[4]);
```

上述代码可以起到对数组中元素遍历的目的，但问题是：

1. 如果数组中增加了一个元素，就需要增加一条打印语句
2. 如果输入中有100个元素，就需要写100个打印语句
3. 如果现在要把打印修改为给数组中每个元素加1，修改起来非常麻烦。

通过观察代码可以发现，对数组中每个元素的操作都是相同的，则可以使用循环来进行打印。

```
int[]array = new int[]{10, 20, 30, 40, 50};
for(int i = 0; i < 5; i++){
    System.out.println(array[i]);
}
```

改成循环之后，上述三个缺陷可以全部2和3问题可以全部解决，但是无法解决问题1。那能否获取到数组的长度呢?

注意：**在数组中可以通过 `数组对象.length` 来获取数组的长度**

```
int[]array = new int[]{10, 20, 30, 40, 50};
for(int i = 0; i < array.length; i++){
    System.out.println(array[i]);
}
```

也可以使用 for-each 遍历数组

```
int[] array = {1, 2, 3};
for (int x : array) {
    System.out.println(x);
}
```

for-each 是 for 循环的另外一种使用方式. 能够更方便的完成对数组的遍历. 可以避免循环条件和更新语句写错.

2. 数组是引用类型

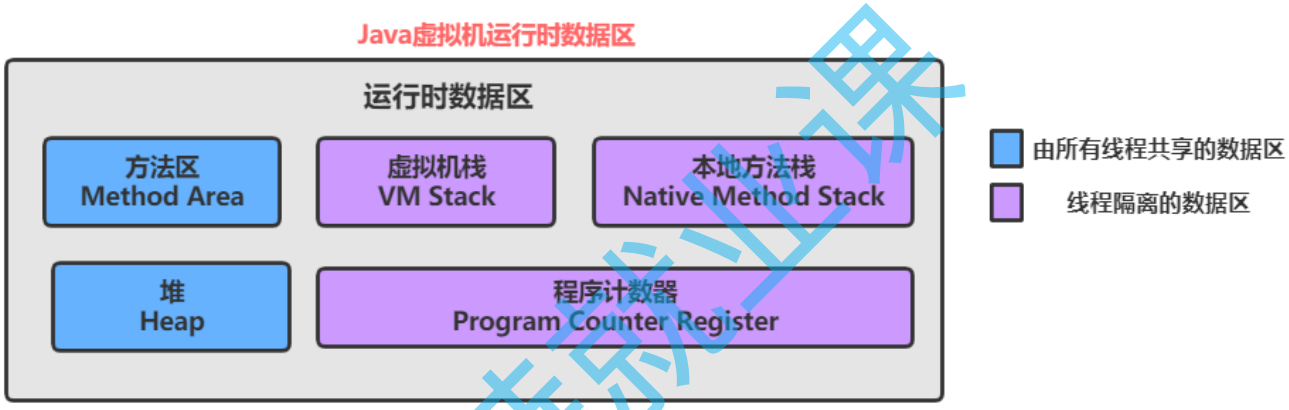
2.1 初始JVM的内存分布

内存是一段连续的存储空间，主要用来存储程序运行时数据的。比如：

1. 程序运行时代码需要加载到内存
2. 程序运行产生的中间数据要存放在内存
3. 程序中的常量也要保存
4. 有些数据可能需要长时间存储，而有些数据当方法运行结束后就要被销毁

如果对内存中存储的数据不加区分的随意存储，那对内存管理起来将会非常麻烦。比如：


因此JVM也对所使用的内存按照功能的不同进行了划分：



- **程序计数器** (PC Register): 只是一个很小的空间, **保存下一条执行的指令的地址**
- **虚拟机栈**(JVM Stack): 与方法调用相关的一些信息，**每个方法在执行时，都会先创建一个栈帧**，栈帧中包含有：**局部变量表、操作数栈、动态链接、返回地址**以及其他的一些信息，保存的都是与方法执行时相关的一些信息。比如：局部变量。**当方法运行结束后，栈帧就被销毁了，即栈帧中保存的数据也被销毁了。**
- **本地方法栈**(Native Method Stack): 本地方法栈与虚拟机栈的作用类似. 只不过**保存的内容是Native方法的局部变量**. 在有些版本的 JVM 实现中(例如HotSpot), 本地方法栈和虚拟机栈是一起的
- **堆(Heap)**: JVM所管理的最大内存区域. 使用 **new 创建的对象都是在堆上保存** (例如前面的 `new int[]{1, 2, 3}`)，**堆是随着程序开始运行时而创建，随着程序的退出而销毁，堆中的数据只要还有在使用，就不会被销毁。**
- **方法区(Method Area)**: 用于**存储已被虚拟机加载的类信息、常量、静态变量、即时编译器编译后的代码等数据**. 方法编译出的的字节码就是保存在这个区域

现在我们只简单关心堆 和 虚拟机栈这两块空间，后序JVM中还会更详细介绍。

2.2 基本类型变量与引用类型变量的区别

基本数据类型创建的变量，称为基本变量，该变量空间中直接存放的是其所对应的值；

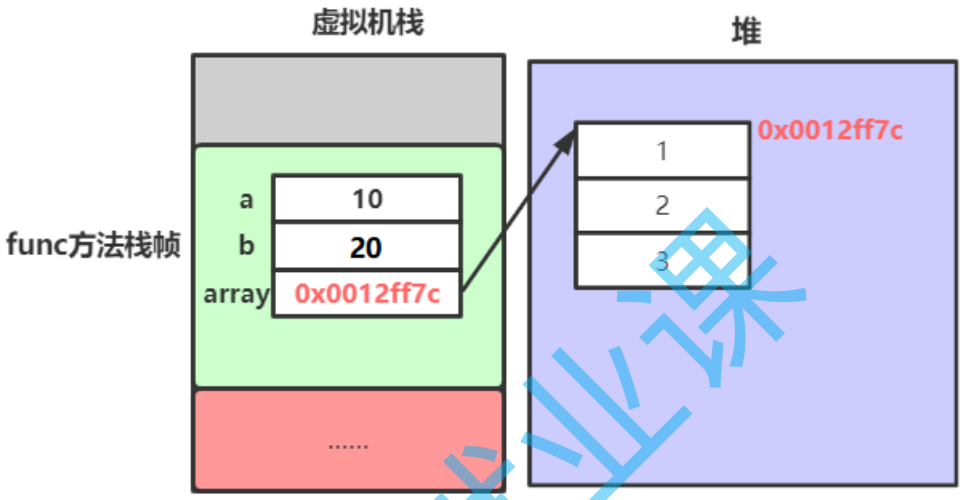
而引用数据类型创建的变量，一般称为对象的引用，其空间中存储的是对象所在空间的地址。

```
public static void func() {
    int a = 10;
    int b = 20;
    int[] arr = new int[]{1,2,3};
}
```

在上述代码中，a、b、arr，都是函数内部的变量，因此其空间都在main方法对应的栈帧中分配。

a、b是内置类型的变量，因此其空间中保存的就是给该变量初始化的值。

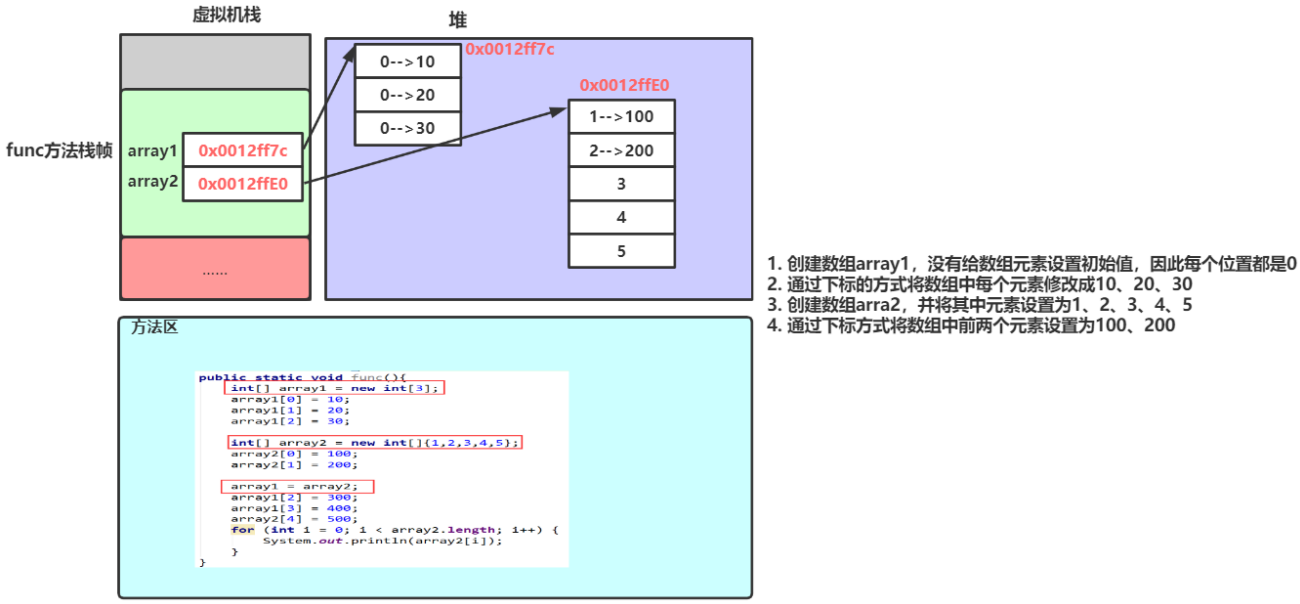
array是数组类型的引用变量，其内部保存的内容可以简单理解成是数组在堆空间中的首地址。

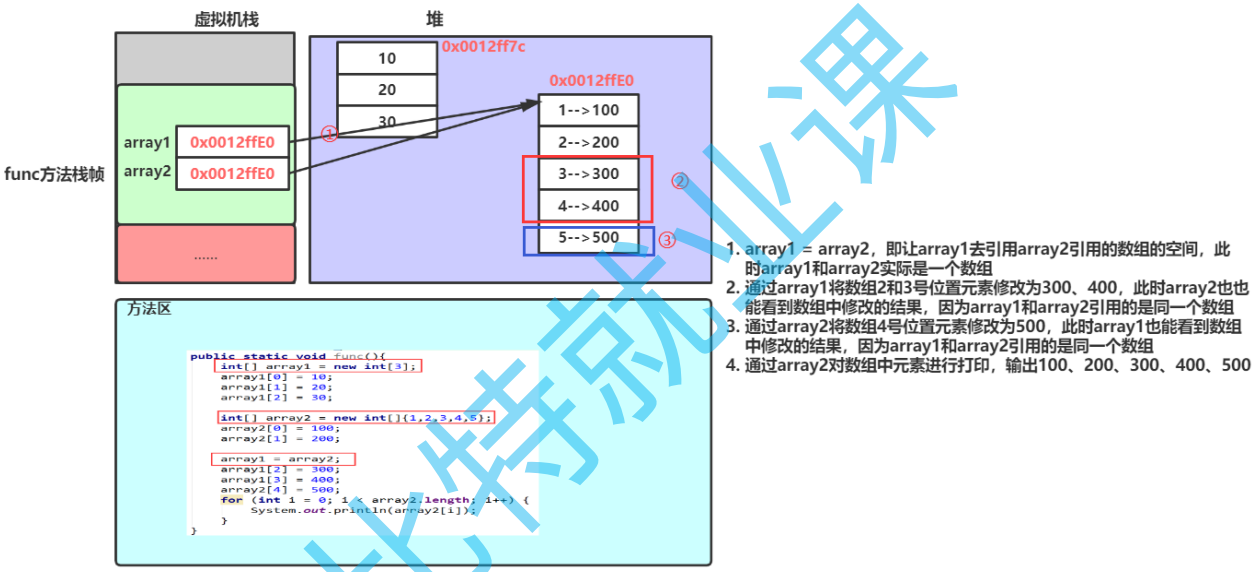


从上图可以看到，**引用变量并不直接存储对象本身，可以简单理解成存储的是对象在堆中空间的起始地址。通过该地址，引用变量便可以去操作对象。**有点类似C语言中的指针，但是Java中引用要比指针的操作更简单。

2.3 再谈引用变量

```
public static void func() {
    int[] array1 = new int[3];
    array1[0] = 10;
    array1[1] = 20;
    array1[2] = 30;

    int[] array2 = new int[]{1,2,3,4,5};
    array2[0] = 100;
    array2[1] = 200;

    array1 = array2;
    array1[2] = 300;
    array1[3] = 400;
    array2[4] = 500;
    for (int i = 0; i < array2.length; i++) {
        System.out.println(array2[i]);
    }
}
```





2.4 认识 null

null 在 Java 中表示 "空引用" , 也就是一个不指向对象的引用.

```
int[] arr = null;
System.out.println(arr[0]);

// 执行结果
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException
    at Test.main(Test.java:6)
```

null 的作用类似于 C 语言中的 NULL (空指针), 都是表示一个无效的内存位置. 因此不能对这个内存进行任何读写操作. 一旦尝试读写, 就会抛出 NullPointerException.

> 注意: Java 中并没有约定 null 和 0 号地址的内存有任何关联.

3. 数组的应用场景

3.1 保存数据

```
public static void main(String[] args) {
    int[] array = {1, 2, 3};

    for(int i = 0; i < array.length; ++i){
        System.out.println(array[i] + " ");
    }
}
```

3.2 作为函数的参数

1. **参数传基本数据类型**

```
public static void main(String[] args) {
    int num = 0;
    func(num);
    System.out.println("num = " + num);
}

public static void func(int x) {
    x = 10;
    System.out.println("x = " + x);
}

// 执行结果
x = 10
num = 0
```

发现在func方法中修改形参 x 的值, 不影响实参的 num 值.

2. **参数传数组类型(引用数据类型)**

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {1, 2, 3};
    func(arr);
    System.out.println("arr[0] = " + arr[0]);
}

public static void func(int[] a) {
    a[0] = 10;
    System.out.println("a[0] = " + a[0]);
}

// 执行结果
a[0] = 10
arr[0] = 10
```

发现在func方法内部修改数组的内容, 方法外部的数组内容也发生改变.

因为数组是引用类型，按照引用类型来进行传递，是可以修改其中存放的内容的。

总结: 所谓的 "引用" 本质上只是存了一个地址. Java 将数组设定成引用类型, 这样的话后续进行数组参数传参, 其实只是将数组的地址传入到函数形参中. 这样可以避免对整个数组的拷贝(数组可能比较长, 那么拷贝开销就会很大).

3.3 作为函数的返回值

比如：获取斐波那契数列的前N项

```
public class TestArray {
    public static int[] fib(int n){
        if(n <= 0){
            return null;
        }

        int[] array = new int[n];
        array[0] = array[1] = 1;
        for(int i = 2; i < n; ++i){
            array[i] = array[i-1] + array[i-2];
        }

        return array;
    }

    public static void main(String[] args) {
        int[] array = fib(10);
        for (int i = 0; i < array.length; i++) {
            System.out.println(array[i]);
        }
    }
}
```


4. 数组练习

4.1 数组转字符串

代码示例

```
import java.util.Arrays

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

String newArr = Arrays.toString(arr);
System.out.println(newArr);

// 执行结果
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
```

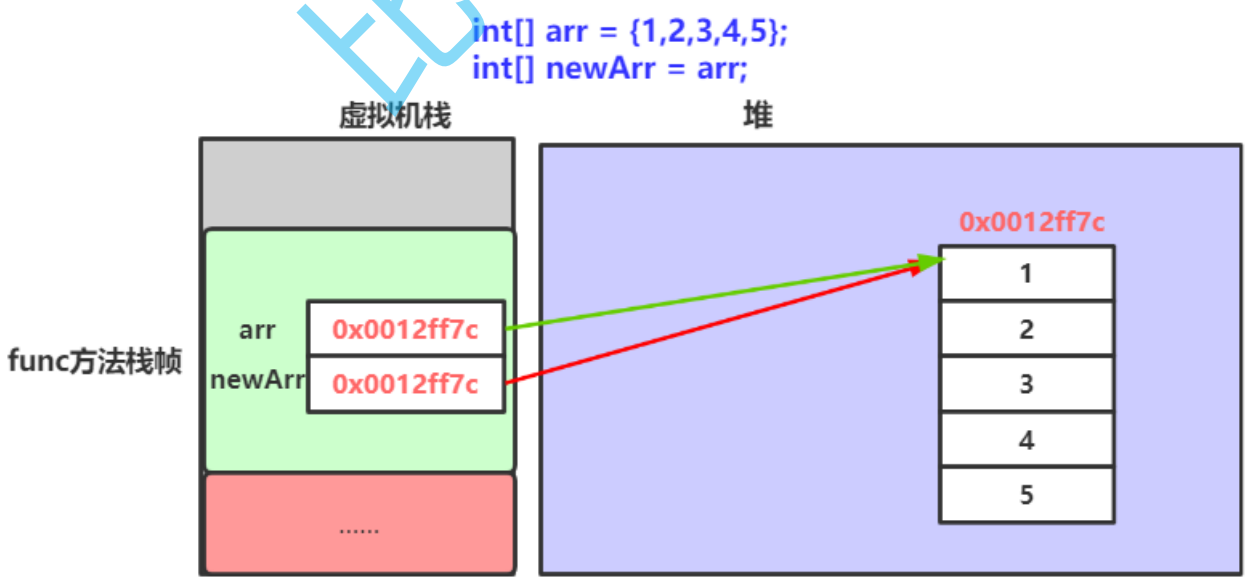
使用这个方法后续打印数组就更方便一些.

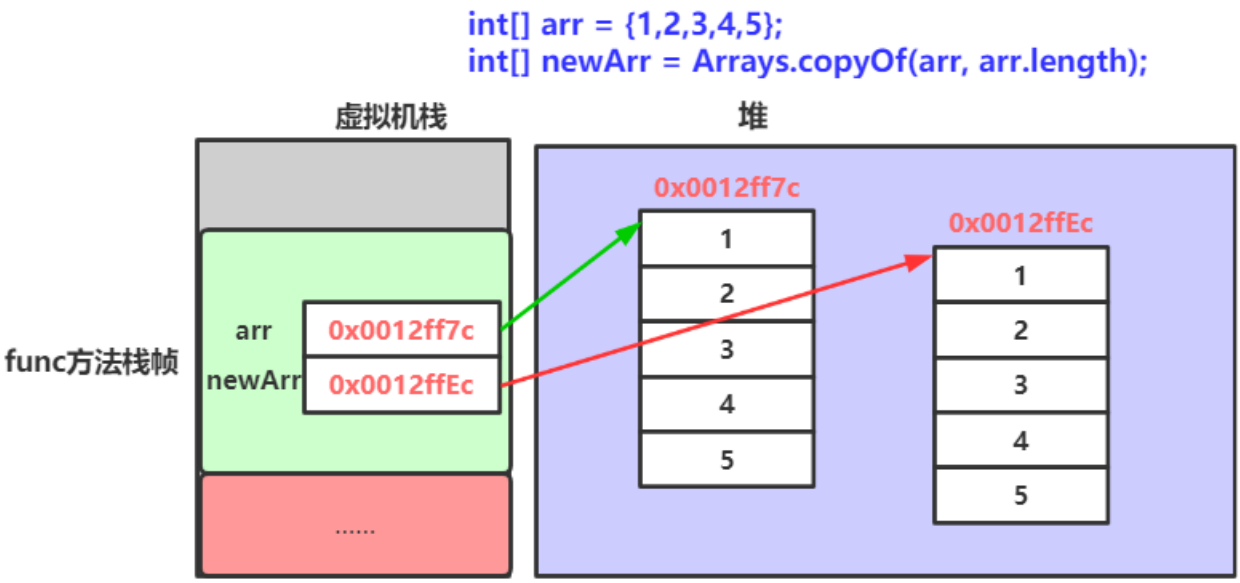
Java 中提供了 `java.util.Arrays` 包, 其中包含了一些操作数组的常用方法.

4.2 数组拷贝

代码示例

```
import java.util.Arrays;

public static void func(){
    // newArr和arr引用的是同一个数组
    // 因此newArr修改空间中内容之后，arr也可以看到修改的结果
    int[] arr = {1,2,3,4,5,6};
    int[] newArr = arr;
    newArr[0] = 10;
    System.out.println("newArr: " + Arrays.toString(arr));

    // 使用Arrays中copyOf方法完成数组的拷贝：
    // copyOf方法在进行数组拷贝时，创建了一个新的数组
    // arr和newArr引用的不是同一个数组
    arr[0] = 1;
    newArr = Arrays.copyOf(arr, arr.length);
    System.out.println("newArr: " + Arrays.toString(newArr));

    // 因为arr修改其引用数组中内容时，对newArr没有任何影响
    arr[0] = 10;
    System.out.println("arr: " + Arrays.toString(arr));
    System.out.println("newArr: " + Arrays.toString(newArr));

    // 拷贝某个范围.
    int[] newArr2 = Arrays.copyOfRange(arr, 2, 4);
    System.out.println("newArr2: " + Arrays.toString(newArr2));
}
```



注意：数组当中存储的是基本类型数据时，不论怎么拷贝基本都不会出现什么问题，但如果存储的是引用数据类型，拷贝时需要考虑深浅拷贝的问题，关于深浅拷贝在后续详细给大家介绍。

实现自己版本的拷贝数组

```
public static int[] copyOf(int[] arr) {
    int[] ret = new int[arr.length];
    for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
        ret[i] = arr[i];
    }
    return ret;
}
```

4.3 求数组中元素的平均值

给定一个整型数组, 求平均值

代码示例

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {1,2,3,4,5,6};
    System.out.println(avg(arr));
}

public static double avg(int[] arr) {
    int sum = 0;
    for (int x : arr) {
        sum += x;
    }
    return (double)sum / (double)arr.length;
}

// 执行结果
3.5
```

4.4 查找数组中指定元素(顺序查找)

给定一个数组, 再给定一个元素, 找出该元素在数组中的位置.

代码示例

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {1,2,3,10,5,6};
    System.out.println(find(arr, 10));
}

public static int find(int[] arr, int data) {
    for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
        if (arr[i] == data) {
            return i;
        }
    }
    return -1;  // 表示没有找到
}

// 执行结果
3
```

4.5 查找数组中指定元素(二分查找)

针对**有序数组**, 可以使用更高效的二分查找.

> 啥叫有序数组?
>
> 有序分为 "升序" 和 "降序"
>
> 如 1 2 3 4 , 依次递增即为升序.
>
> 如 4 3 2 1 , 依次递减即为降序.

以升序数组为例, 二分查找的思路是先取中间位置的元素, 然后使用待查找元素与数组中间元素进行比较:

- 如果相等，即找到了返回该元素在数组中的下标
- 如果小于，以类似方式到数组左半侧查找
- 如果大于，以类似方式到数组右半侧查找

代码示例

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {1,2,3,4,5,6};
    System.out.println(binarySearch(arr, 6));
}

public static int binarySearch(int[] arr, int toFind) {
    int left = 0;
    int right = arr.length - 1;
    while (left <= right) {
```

```
        int mid = (left + right) / 2;
        if (toFind < arr[mid]) {
            // 去左侧区间找
            right = mid - 1;
        } else if (toFind > arr[mid]) {
            // 去右侧区间找
            left = mid + 1;
        } else {
            // 相等, 说明找到了
            return mid;
        }
    }
    // 循环结束, 说明没找到
    return -1;
}

// 执行结果
5
```

可以看到, 针对一个长度为 10000 个元素的数组查找, 二分查找只需要循环 14 次就能完成查找. 随着数组元素个数越多, 二分的优势就越大.

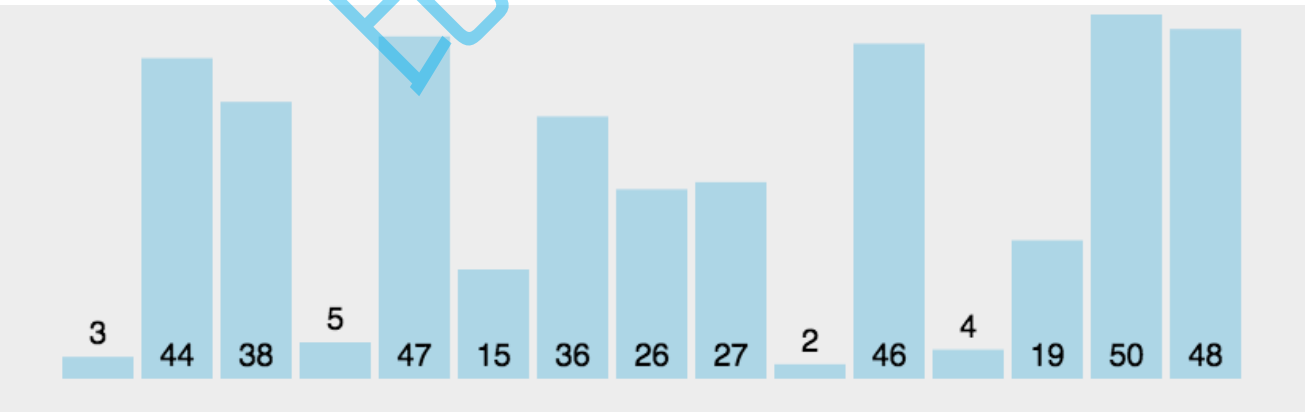
4.6 数组排序(冒泡排序)

给定一个数组, 让数组升序 (降序) 排序.

算法思路

假设排升序:

1. 将数组中相邻元素从前往后依次进行比较，如果前一个元素比后一个元素大，则交换，一趟下来后最大元素就在数组的末尾
2. 依次从上上述过程，直到数组中所有的元素都排列好



代码示例

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {9, 5, 2, 7};
    bubbleSort(arr);
    System.out.println(Arrays.toString(arr));

}
```

```
public static void bubbleSort(int[] arr) {
    for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
        for (int j = 1; j < arr.length-i; j++) {
            if (arr[j-1] > arr[j]) {
                int tmp = arr[j - 1];
                arr[j - 1] = arr[j];
                arr[j] = tmp;
            }
        }
    } // end for
}  // end bubbleSort

// 执行结果
[2, 5, 7, 9]
```

冒泡排序性能较低. Java 中内置了更高效的排序算法

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {9, 5, 2, 7};
    Arrays.sort(arr);
    System.out.println(Arrays.toString(arr));
}
```

关于 Arrays.sort 的具体实现算法, 我们在后面的排序算法课上再详细介绍. 到时候我们会介绍很多种常见排序算法.

4.7 数组逆序

给定一个数组, 将里面的元素逆序排列.

思路

设定两个下标, 分别指向第一个元素和最后一个元素. 交换两个位置的元素.

然后让前一个下标自增, 后一个下标自减, 循环继续即可.

代码示例

```
public static void main(String[] args) {
    int[] arr = {1, 2, 3, 4};
    reverse(arr);
    System.out.println(Arrays.toString(arr));
}

public static void reverse(int[] arr) {
    int left = 0;
    int right = arr.length - 1;
    while (left < right) {
        int tmp = arr[left];
        arr[left] = arr[right];
        arr[right] = tmp;

        left++;
```

```
        right--;
    }
}
```

5. 二维数组

二维数组本质上也就是一维数组, 只不过每个元素又是一个一维数组.

基本语法

```
数据类型[][] 数组名称 = new 数据类型 [行数][列数] { 初始化数据 };
```

代码示例

```
int[][] arr = {
    {1, 2, 3, 4},
    {5, 6, 7, 8},
    {9, 10, 11, 12}
};

for (int row = 0; row < arr.length; row++) {
    for (int col = 0; col < arr[row].length; col++) {
        System.out.printf("%d\t", arr[row][col]);
    }
    System.out.println("");
}

// 执行结果
1    2    3    4
5    6    7    8
9    10    11    12
```


二维数组的用法和一维数组并没有明显差别, 因此我们不再赘述.

同理, 还存在 "三维数组", "四维数组" 等更复杂的数组, 只不过出现频率都很低.