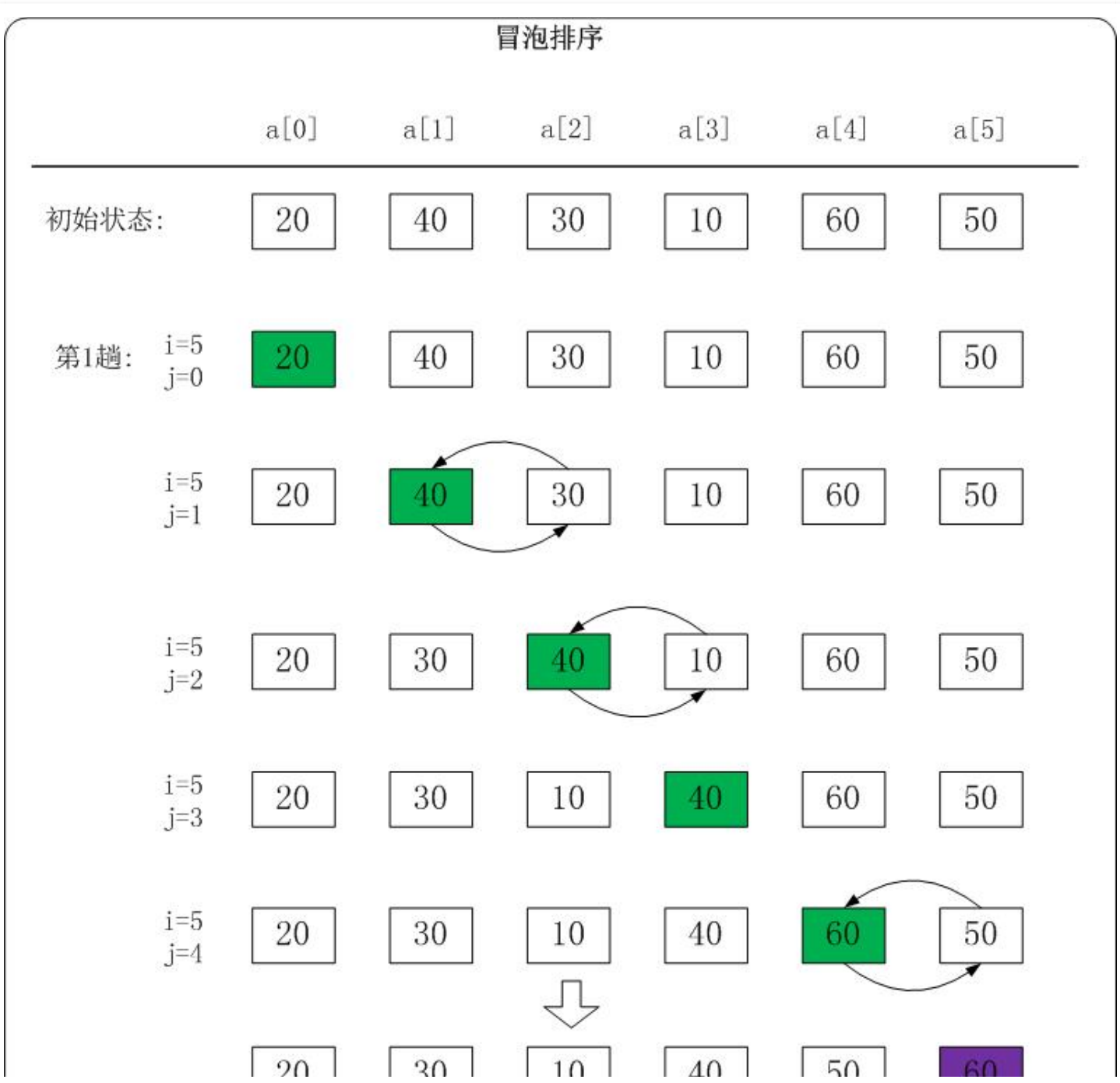
1、冒泡排序介绍

- 冒泡排序(Bubble Sort)，又被称为气泡排序或泡沫排序。
- 它是一种较简单的排序算法。它会遍历若干次要排序的数列，每次遍历时，它都会从前往后依次的比较相邻两个数的大小；如果前者比后者大，则交换它们的位置。这样，一次遍历之后，最大的元素就在数列的末尾！ 采用相同的方法再次遍历时，第二大的元素就被排列在最大元素之前。重复此操作，直到整个数列都有序为止！

2、实践

下面以数列{20,40,30,10,60,50}为例，演示它的冒泡排序过程(如下图)



- 我们先分析第1趟排序
- 当i=5,j=0时，a[0]<a[1]。此时，不做任何处理！
- 当i=5,j=1时，a[1]>a[2]。此时，交换a[1]和a[2]的值；交换之后，a[1]=30，a[2]=40。
- 当i=5,j=2时，a[2]>a[3]。此时，交换a[2]和a[3]的值；交换之后，a[2]=10，a[3]=40。
- 当i=5,j=3时，a[3]<a[4]。此时，不做任何处理！
- 当i=5,j=4时，a[4]>a[5]。此时，交换a[4]和a[5]的值；交换之后，a[4]=50，a[5]=60。
- 于是，第1趟排序完之后，数列{20,40,30,10,60,50}变成了{20,30,10,40,50,60}。此时，数列末尾的值最大。
- 根据这种方法：
- 第2趟排序完之后，数列中a[5...6]是有序的。
- 第3趟排序完之后，数列中a[4...6]是有序的。
- 第4趟排序完之后，数列中a[3...6]是有序的。
- 第5趟排序完之后，数列中a[1...6]是有序的。

第5趟排序之后，整个数列也就是有序的了。

3、冒泡排序优化

- 观察上面冒泡排序的流程图，第3趟排序之后，数据已经是有序的了；第4趟和第5趟并没有进行数据交换。
- 下面我们对冒泡排序进行优化，使它效率更高一些：添加一个标记，如果一趟遍历中发生了交换，则标记为true，否则为false。如果某一趟没有发生交换，说明排序已经完成！

4、冒泡排序的时间复杂度和稳定性

冒泡排序时间复杂度

- 冒泡排序的时间复杂度是O(N2)。
- 假设被排序的数列中有N个数。遍历一趟的时间复杂度是O(N)，需要遍历多少次呢？N-1次！因此，冒泡排序的时间复杂度是O(N2)。

冒泡排序稳定性

- 冒泡排序是稳定的算法，它满足稳定算法的定义。
- 算法稳定性 – 假设在数列中存在a[i]=a[j]，若在排序之前，a[i]在a[j]前面；并且排序之后，a[i]仍然在a[j]前面。则这个排序算法是稳定的！

5、代码实践

```
#include <iostream>

/*
 冒泡排序(Bubble Sort)，又被称为气泡排序或泡沫排序。

 它是一种较简单的排序算法。它会遍历若干次要排序的数列，每次遍历时，它都会从前往后依次的比较相邻两个数的大小；
 如果前者比后者大，则交换它们的位置。这样，一次遍历之后，最大的元素就在数列的末尾！
 采用相同的方法再次遍历时，第二大的元素就被排列在最大元素之前。重复此操作，直到整个数列都有序为止！

 > 冒泡排序的时间复杂度和稳定性

 >   冒泡排序时间复杂度

   冒泡排序的时间复杂度是O(N2)。
   假设被排序的数列中有N个数。遍历一趟的时间复杂度是O(N)，需要遍历多少次呢？N-1次！因此，冒泡排序的时间复杂度是O(N2)。

 > 冒泡排序稳定性

   冒泡排序是稳定的算法，它满足稳定算法的定义。
   算法稳定性 -- 假设在数列中存在a[i]=a[j]，若在排序之前，a[i]在a[j]前面；并且排序之后，a[i]仍然在a[j]前面。则这个排序算法是稳定的！

 */
```

```
void bubble_sort1(int a[], int n)
{
    int i,j;

    for (i=n-1; i>0; i--)
    {
        // 将a[0...i]中最大的数据放在末尾
        for (j=0; j<i; j++)
        {
            if (a[j] > a[j+1])
                swap(a[j], a[j+1]);
        }
    }
}


void bubble_sort2(int a[], int n)
{
    int i,j;
    int flag;                 // 标记

    for (i=n-1; i>0; i--)
    {
        flag = 0;             // 初始化标记为0

        // 将a[0...i]中最大的数据放在末尾
        for (j=0; j<i; j++)
        {
            if (a[j] > a[j+1])
            {
                swap(a[j], a[j+1]);
                flag = 1;     // 若发生交换，则设标记为1
            }
        }

        if (flag==0)
            break;            // 若没发生交换，则说明数列已有序。
    }
}

int main(int argc, const char * argv[]) {

    int i;
    int a[] = {20,40,30,10,60,50};
    int ilen = (sizeof(a)) / (sizeof(a[0]));

    cout << "before sort:";
    for (i=0; i<ilen; i++)
        cout << a[i] << " ";
    cout << endl;

    bubbleSort1(a, ilen);
    //bubbleSort2(a, ilen);

    cout << "after  sort:";
    for (i=0; i<ilen; i++)
        cout << a[i] << " ";
    cout << endl;
    return 0;
}
```