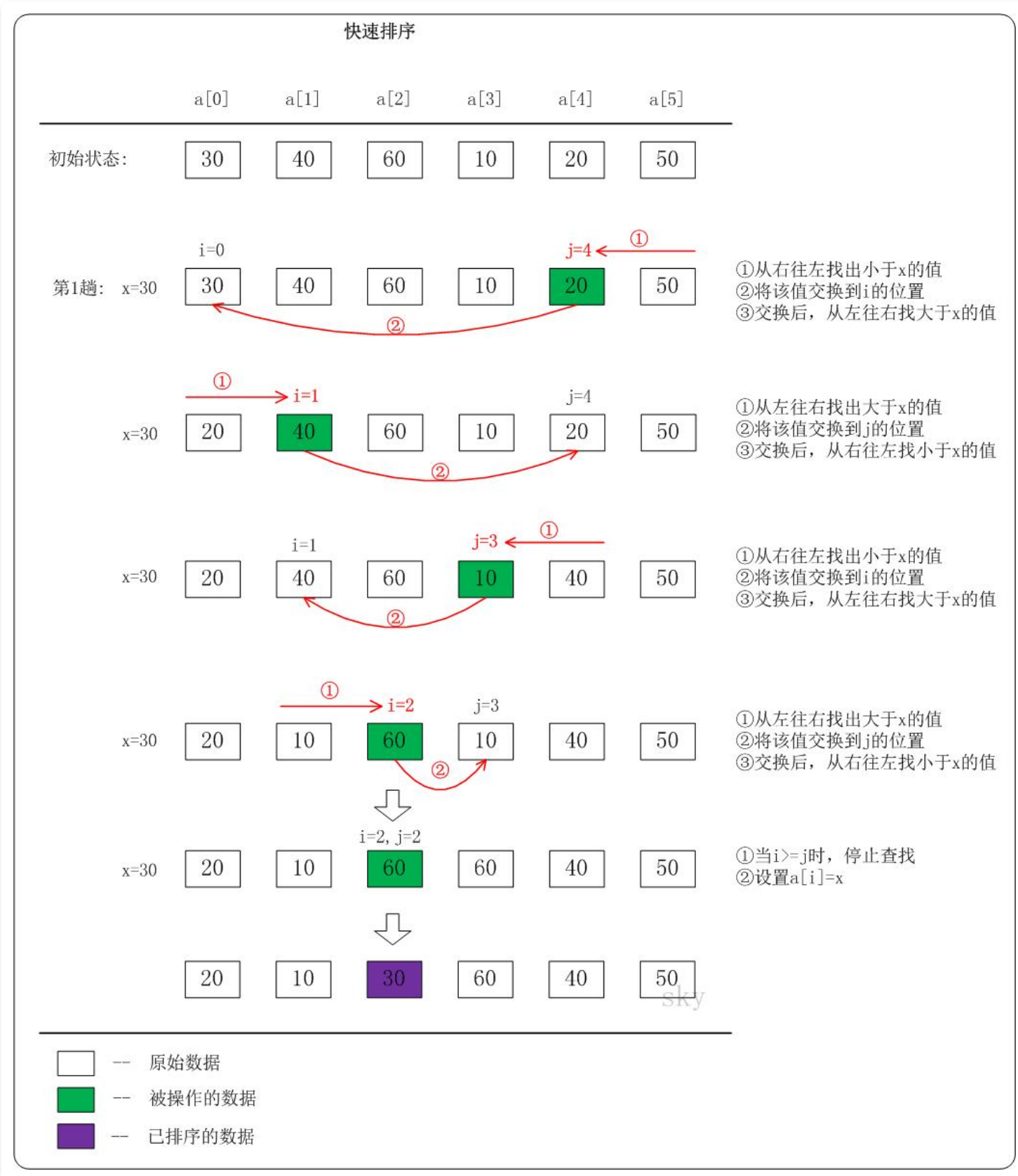
1、快速排序介绍

- 快速排序(Quick Sort)使用分治法策略。
- 它的基本思想是：选择一个基准数，通过一趟排序将要排序的数据分割成独立的两部分；其中一部分的所有数据都比另外一部分的所有数据都要小。然后，再按此方法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，以此达到整个数据变成有序序列。

2、快速排序流程：

- 1、从数列中挑出一个基准值。
- 2、将所有比基准值小的摆放在基准前面，所有比基准值大的摆在基准的后面(相同的数可以到任一边)；在这个分区退出之后，该基准就处于数列的中间位置。
- 3、递归地把"基准值前面的子数列"和"基准值后面的子数列"进行排序。

下面以数列a={30,40,60,10,20,50}为例，演示它的快速排序过程(如下图)。



上图只是给出了第1趟快速排序的流程。在第1趟中，设置x=a[i]，即x=30。

- 1、 从"右 -> 左"查找小于x的数：找到满足条件的数a[j]=20，此时j=4；然后将a[j]赋值a[i]，此时i=0；接着从左往右遍历。
- 2、 从"左 -> 右"查找大于x的数：找到满足条件的数a[i]=40，此时i=1；然后将a[i]赋值a[j]，此时j=4；接着从右往左遍历。
- 3、 从"右 -> 左"查找小于x的数：找到满足条件的数a[j]=10，此时j=3；然后将a[j]赋值a[i]，此

时i=1；接着从左往右遍历。

- 4、 从"左 –> 右"查找大于x的数：找到满足条件的数a[i]=60，此时i=2；然后将a[i]赋值a[j]，此时j=3；接着从右往左遍历。
- 5、 从"右 –> 左"查找小于x的数：没有找到满足条件的数。当i>=j时，停止查找；然后将x赋值给a[i]。此趟遍历结束！

按照同样的方法，对子数列进行递归遍历。最后得到有序数组！

3、快速排序的时间复杂度和稳定性

- 快速排序稳定性
  - 快速排序是不稳定的算法，它不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！
- 快速排序时间复杂度
  - 快速排序的时间复杂度在最坏情况下是O(N2)，平均的时间复杂度是O(N*lgN)。

这句话很好理解：假设被排序的数列中有N个数。遍历一次的时间复杂度是O(N)，需要遍历多少次呢？至少lg(N+1)次，最多N次。

- (01) 为什么最少是lg(N+1)次？快速排序是采用的分治法进行遍历的，我们将它看作一棵二叉树，它需要遍历的次数就是二叉树的深度，而根据完全二叉树的定义，它的深度至少是lg(N+1)。因此，快速排序的遍历次数最少是lg(N+1)次。
- (02) 为什么最多是N次？这个应该非常简单，还是将快速排序看作一棵二叉树，它的深度最大是N。因此，快读排序的遍历次数最多是N次。

5、代码实践

```
#include <iostream>
using namespace std;

/*
 * 快速排序
 *
 * 参数说明:
 *     a -- 待排序的数组
 *     l -- 数组的左边界(例如，从起始位置开始排序，则l=0)
 *     r -- 数组的右边界(例如，排序截至到数组末尾，则r=a.length-1)
 */
void quickSort(int* a, int l, int r)
{
    if (l < r)
```

```
    {
        int i,j,x;

        i = l;
        j = r;
        x = a[i];
        while (i < j)
        {
            while(i < j && a[j] > x)
                j--; // 从右向左找第一个小于x的数
            if(i < j)
                a[i++] = a[j];
            while(i < j && a[i] < x)
                i++; // 从左向右找第一个大于x的数
            if(i < j)
                a[j--] = a[i];
        }
        a[i] = x;
        quickSort(a, l, i-1); /* 递归调用 */
        quickSort(a, i+1, r); /* 递归调用 */
    }
}


int partition(int arr[], int left, int right)  //找基准数 划分
{
    int i = left + 1 ;
    int j = right;
    int temp = arr[left];

    while(i <= j)
    {
        while (arr[i] < temp)
        {
            i++;
        }
        while (arr[j] > temp )
        {
            j--;
        }
        if (i < j)
            swap(arr[i++], arr[j--]);
        else i++;
    }
    swap(arr[j], arr[left]);
    return j;

}

void quick_sort(int arr[], int left, int right)
{
    if (left > right)
        return;
    int j = partition(arr, left, right);
```

```
    quick_sort(arr, left, j - 1);
    quick_sort(arr, j + 1, right);
}

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

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

//    quickSort(a, 0, ilen-1);

    quick_sort(a, 0, ilen-1);

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

    return 0;
}
```

6、推荐阅读

[快速排序基础版本]

[漫画：什么是快速排序？（完整版）]