第十讲 排序（下）

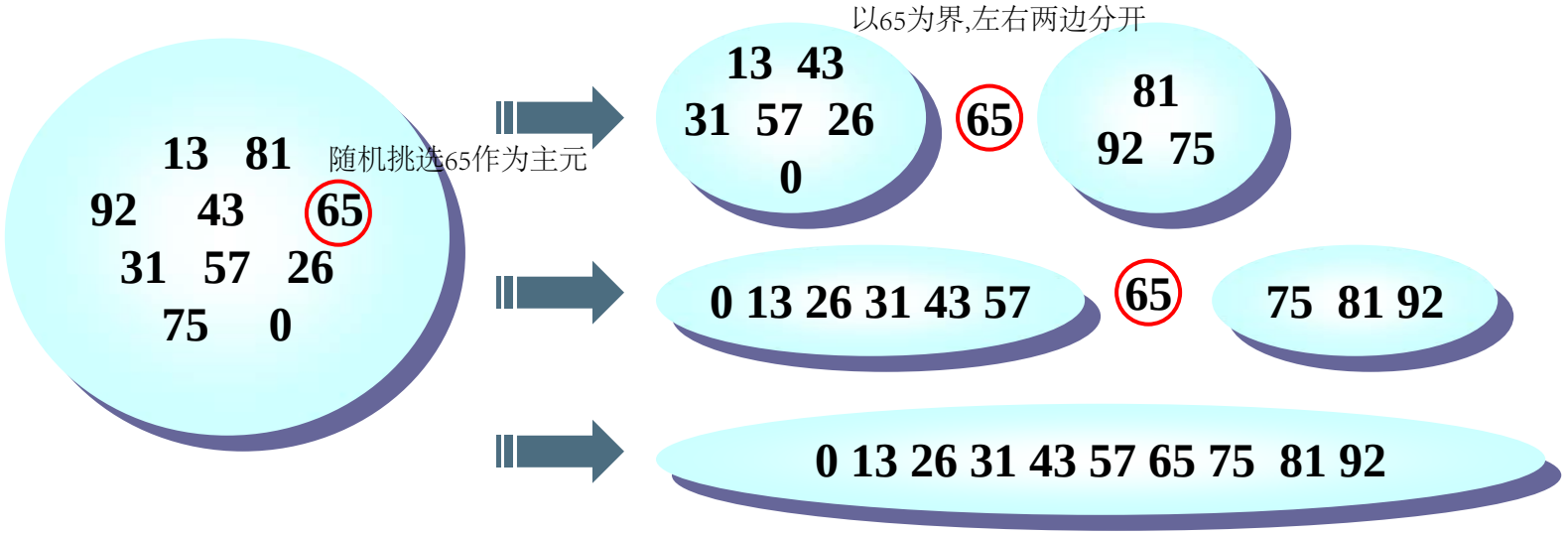
浙江大学 陈 越

10.1 快速排序

算法概述

快速排序不是稳定的算法。

- 分而治之 --->想到递归



算法概述

什么是快速排序算法的最好情况？

- 分而治之

挑选主元每次正好中分 ⟶ $T(N) = O(N\log N)$

```
void Quicksort( ElementType A[], int N )
{  if ( N < 2 )  return;
   ? pivot = 从A[]中选一个主元;
   ? 将S = { A[] \ pivot } 分成2个独立子集:
        A1={ a∈S | a ≤ pivot } 和
        A2={ a∈S | a ≥ pivot };
     A[] = Quicksort(A1,N1)∪
                   {pivot}∪
           Quicksort(A2,N2);
}
```

选主元

- 令 pivot = A[0]?

1 2 3 4 5 6 …… N-1 N

2 3 4 5 6 …… N-1 N

3 4 5 6 …… N-1 N

$$T(N) = O(N) + T(N-1)$$
$$= O(N) + O(N-1) + T(N-2)$$
$$= O(N) + O(N-1) + \ldots + O(1)$$
$$= O(N^2)$$

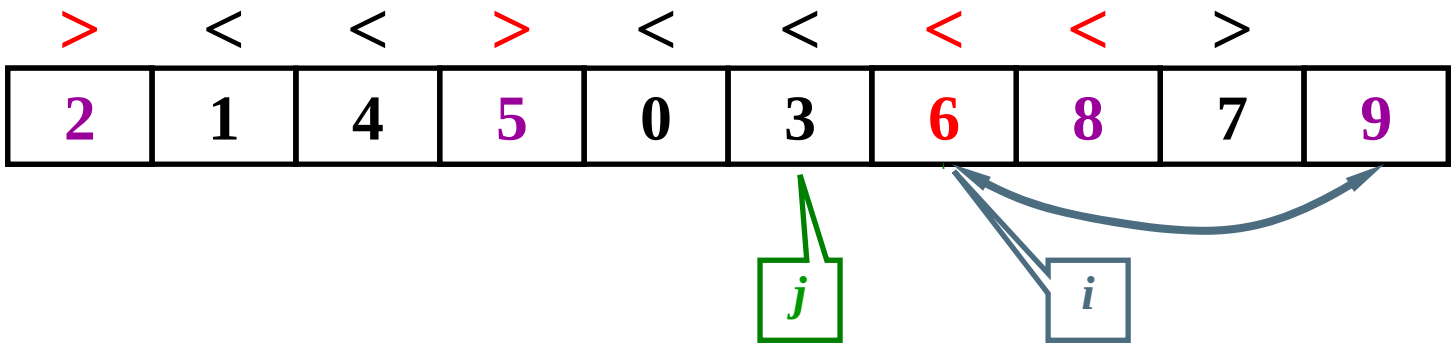
选主元

- 随机取 **pivot**？**rand()**函数不便宜啊！
- 取头、中、尾的中位数
  - 例如 **8、12、3**的中位数就是**8**
  - 测试一下**pivot**不同的取法对运行速度有多大影响？

```
ElementType Median3( ElementType A[], int Left, int Right ) /*Left:头,Right:尾*/
{   int  Center = ( Left + Right ) / 2;
    if ( A[ Left ] > A[ Center ] )
        Swap( &A[ Left ], &A[ Center ] );
    if ( A[ Left ] > A[ Right ] )
        Swap( &A[ Left ], &A[ Right ] );
    if ( A[ Center ] > A[ Right ] )
        Swap( &A[ Center ], &A[ Right ] );
    /* A[ Left ] <= A[ Center ] <= A[ Right ] */
    Swap( &A[ Center ], &A[ Right-1 ] ); /* 将pivot藏到右边 */
    /* 只需要考虑 A[ Left+1 ] … A[ Right-2 ] */
    return  A[ Right-1 ];  /* 返回 pivot */
}
```

子集划分

快读排序之所以快的一个很重要的原因:它的主元被选中以后,在子集划分完成之后被一次性的放到了正确的位置上,以后再也不会移动



- 如果有元素正好等于**pivot**怎么办？
  - 停下来交换？ ✓ O(nlogn)
  - 不理它，继续移动指针？ O(n2)

小规模数据的处理

- 快速排序的问题
  - 用递归……
  - 对小规模的数据（例如N不到100）可能还不如插入排序快
- 解决方案
  - 当递归的数据规模充分小，则停止递归，直接调用简单排序（例如插入排序）
  - 在程序中定义一个Cutoff的阈值 —— 课后去实践一下，比较不同的Cutoff对效率的影响

算法实现

```
void Quicksort( ElementType A[], int Left, int Right )
{  if ( Cutoff <= Right-Left ) {
      Pivot = Median3( A, Left, Right );
      i = Left;  j = Right – 1;
      for( ; ; ) {
         while ( A[ ++i ] < Pivot ) { }
         while ( A[ --j ] > Pivot ) { }
         if ( i < j )
            Swap( &A[i], &A[j] );
         else  break;
      }
      Swap( &A[i], &A[ Right-1 ] );
      Quicksort( A, Left, i-1 );
      Quicksort( A, i+1, Right );
   }
   else
      Insertion_Sort( A+Left, Right-Left+1 );
}
```

```
void Quick_Sort(ElementType A[],int N)
{
   Quicksort( A, 0, N-1 );
}
```