

4 Quick Sort

快速排序

问题:

将无序序列 s 进行排序。

解法 1:

本问题对无序序列 s 进行升序排序, 排序后 s 是从小到大的。

对于长度为 n , 下标在左开右闭区间 $[0, n)$ 中的序列 s , 将其分为 $left$ 、 $right$ 和 mid 三个部分, 其中 mid 是中间值, $left$ 和 $right$ 都是无序, $left$ 所有元素小于等于 mid , $right$ 所有元素大于等于 mid 。

在每一轮排序中, 选取 $s[0]$ 作为这个 mid 值, 将剩下的 $s[1, n-1]$ 分成 $left$ 和 $right$ 两个部分, 分别放在 mid 左右。然后对于 $left$ 和 $right$, 递归的重复上面这个操作, 直到 $left$ 和 $right$ 只剩小于等于 3 个元素, 则直接进行排序, 即可得到升序序列 s , 算法结束。

只看第 1 轮, 将 $p = s[0]$ 作为 mid 值, 再设置 $low = 0$, $high = n - 1$ 。因为 p 已经记录了 $s[0]$ 的值, 我们可以将一个小于等于 p 的值放在这里。当 $low < high$ 时, $high$ 向左寻找第一个 $s[high] < p$ 值, 该 $s[high]$ 属于 $left$ 部分, 令 $s[low] = s[high]$; 然后 low 向右寻找第一个 $s[low] > p$, 该 $s[low]$ 属于 $right$ 部分, 令 $s[high] = s[low]$ 。重复上面这个过程, 直到 $low \geq high$, 这时 $s[0, low-1]$ 都小于等于 p , $s[high, n-1]$ 都大于等于 p , 令 $s[low] = p$ 即完成了第 1 轮的放置过程。

对于下面这个长度为 6 的无序序列 s 进行升序排序, 初始时 $p = s[0] = 45$, $low = 0$, $high = 5$:

0	1	2	3	4	5
45	90	3	83	17	25

low $high$

(1) $high$ 向左找到第一个满足 $s[high] < p$ 即 $high = 5$, 令 $s[low] = s[high]$, 如下图:

0	1	2	3	4	5
25	90	3	83	17	25

low $high$

(2) 然后 low 向右找到第一个满足 $s[low] > p$ 即 $low = 1$, 令 $s[high] = s[low]$, 如下图:

0	1	2	3	4	5
25	90	3	83	17	90

$low \Rightarrow low$ $high$

- (3) 重复第(1)步, $high$ 向左找到第一个满足 $s[high] < p$ 即 $high = 4$, 令 $s[low] = s[high]$, 如下图;

0	1	2	3	4	5
25	17	3	83	17	90

low $high \leftarrow high$

- (4) 重复第(2)步, low 向右找到第一个满足 $s[low] > p$ 即 $low = 3$, 令 $s[high] = s[low]$, 如下图;

0	1	2	3	4	5
25	17	3	83	83	90

$low \Longrightarrow low$ $high$

- (5) 重复第(1)步, $high$ 向左找到第一个满足 $s[high] < p$ 即 $high = 2$, 但此时 $low \geq high$, 直接令 $s[low] = p$, 第 1 轮的放置结束, 分别对 $s[0, 2]$ 和 $s[4, 5]$ 继续这个过程, 直到 $left$ 和 $right$ 的长度小于等于 1, 最终整个序列都是升序的, 如下图;

0	1	2	3	4	5
25	17	3	45	83	90

$high \leftarrow low = high$

对于长度 n 的序列 s , 每一轮放置所需要的时间为 $O(n)$, 总共需要 $\log_2 n$ 轮, 该算法的时间复杂度为 $O(n \cdot \log_2 n)$ 。