

3 Bubble Sort

冒泡排序

问题:

将无序序列 s 进行排序。

解法:

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 , 仍然将其分为 left 和 right 两个部分, 其中 left 是无序部分, right 是有序部分。初始时 s 整个都是 left , 即无序的, 而 right 是空的。

元素 i 从左边第一个元素 $s[0]$ 开始向右遍历整个 left , 一直到倒数第二个元素, 即 $s[n-2]$ 。比较相邻的 $s[i]$ 与 $s[i+1]$ (由于有 $s[i+1]$ 所以 i 的最大值只到 $n-2$ 为止), 如果 $s[i] > s[i+1]$ 则交换这两个元素位置, 否则什么都不做, 这样一直交换到 $i = n-2$ 停止。第一轮结束后, 会将 left 中最大值 max 移动到 $s[n-1]$, 此时 left 为 $s[0, n-2]$, right 为 $s[n-1]$ 。

然后 i 回到 $s[0]$ 开始再继续同样的过程, 这次到 $s[n-3]$, 这样会再次将 left 中的最大值 max 移动到 $s[n-2]$, 此时 left 为 $s[0, n-3]$, right 为 $s[n-2, n-1]$ 。而且这一轮 left 中选出的 max 小于等于上一轮的 max , 即 $s[n-2] \leq s[n-1]$ 。

重复上述过程直到 left 为空, 算法结束。

类似的, i 也可以从右边第一个元素 $s[n-1]$ 开始, 从右向左进行, 交换的判断也需要改为 $s[i-1] > s[i]$ 则交换这两个元素位置。

对于下面这个长度为 10 的无序序列 s 进行升序排序, 第 1 轮从左边开始 $i = 0$ 到 $i = 8$ 结束:

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 45 | 23 | 1 | 90 | 57 | 33 | 81 | 12 | 74 | 16 |

↑交换↑

(1) $s[i] > s[i+1]$, 因此交换两个元素。 $i = i + 1$ 然后继续比较 $s[i] > s[i+1]$ (注意, 当 $i = 2$ 时 $s[i] \leq s[i+1]$ 不交换这种情况), 一直到 $i = 8$ 时交换 $s[8]$ 和 $s[9]$, 这一轮交换结束, 得到下面这个样子:

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 23 | 1 | 45 | 57 | 33 | 81 | 12 | 74 | 16 | 90 |

(2) 可以看出第(1)步将最大的 90 移动到了 $s[9]$, 第 2 轮令 i 从 $i = 0$ 到 $i = 7$, 重复第(1)步, 最终会将 81 移动到 $s[8]$, 这样直到第 9 轮 i 从 $i = 0$ 到 $i = 0$, 即可得到升序序列, 算法结束;

对于长度 n 的序列 s , 每一轮将 left 中的最大值移动到 right 中, 所需要的时间为 $O(n)$, 总共需要 n 轮, 该算法的时间复杂度为 $O(n^2)$ 。