

# Bubble Sort

## 冒泡排序

问题:

对无序序列  $s$  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  $O(n^2)$ 。