

Insert Sort

插入排序

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。

将序列 s 分为左右两个部分 $left$ 和 $right$ ， $left$ 是有序的， $right$ 是无序的。对 $right$ 中最左边的元素 x ，在 $left$ 中找到一个位置（下标） i ，满足 $s[i-1] \leq x \leq s[i]$ ，也就是说 x 可以夹在 $s[i-1]$ 和 $s[i]$ 之间。由于 $left$ 是有序的，插入 x 之后仍然有序，只需要将 $left$ 中包括 i 之后的元素向右移动一个位置，将 x 放置在原 $s[i]$ 的位置即可。

对于下面这个长度为 10 的无序序列 s 进行升序排序。初始时将 $s[0]$ 单独作为有序的 $left$ ， $s[1, 9]$ 作为无序的 $right$ 。

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

(1) 将 $right$ 左边第一个元素 $s[1]$ 插入 $left$ ，满足 $s[i-1] \leq s[1] \leq s[i]$ 的 $i = 0$ ，但因为数组中没有 $s[-1]$ ，可以假设 $s[-1] = -\infty$ ，这样 $s[-1]$ 必然小于 s 中的所有元素（如果是降序排序，即从大到小，则需要假设 $s[-1] = +\infty$ ）；

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

(2) 重复这个过程直到 $right$ 中所有元素都被插入 $left$ 中，算法结束；

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

对长度为 n 的序列 s ，每一轮将 $right$ 中一个元素插入 $left$ 中的时间为 $O(n)$ ，总共需要 n 轮操作，该算法的时间复杂度为 $O(n^2)$ 。