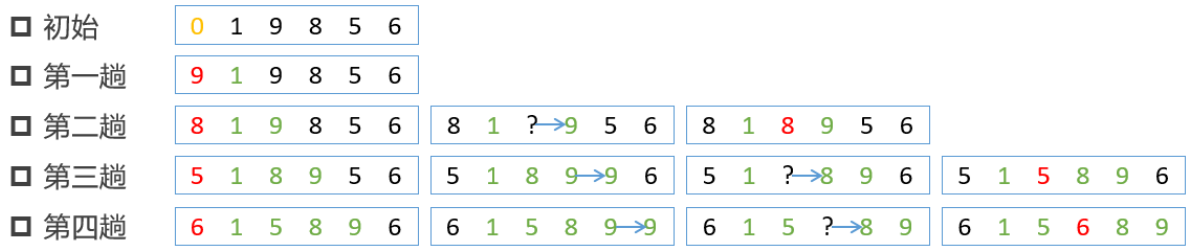
直接插入排序

- 插入排序
  - 每一趟都要把待排序数放到有序区中合适的插入位置



核心算法

- 结果可为升序或降序排列，默认升序排列。以升序为例
- 扩大有序区，减小无序区。图中绿色部分就是增大的有序区，黑色部分就是减小的无序区
- 增加一个哨兵位，图中最左端红色数字，其中放置每一趟待比较数值
- 将哨兵位数值与有序区数值从右到左依次比较，找到哨兵位数值合适的插入点

算法实现

- 增加哨兵位
  - 为了方便，采用列表头部索引0位置插入哨兵位
  - 每一次从有序区最右端后的下一个数，即无序区最左端的数放到哨兵位
- 比较与挪动
  - 从有序区最右端开始，从右至左依次与哨兵比较
  - 比较数比哨兵大，则右移一下，换下一个左边的比较数
  - 直到找到不大于哨兵的比较数，这是把哨兵插入到这个数右侧的空位即可

```python
m_list = [
    [1, 9, 8, 5, 6, 7, 4, 3, 2],
    [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    [9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
]
nums = [0] + m_list[0]
print(nums[1:])
length = len(nums)
count_move = 0

for i in range(2, length): # 测试的值从nums的索引2开始向后直到最后一个元素
    nums[0] = nums[i] # 索引0位哨兵，索引1位假设的有序区，都跳过
    j = i - 1 # i左边的那个数就是有序区末尾
    if nums[j] > nums[0]: # 如果最右侧数大于哨兵才需要挪动和插入
        while nums[j] > nums[0]:
            nums[j+1] = nums[j] # 右移，不是交换
            j -= 1 # 继续向左
            count_move += 1
        nums[j+1] = nums[0] # 循环中多减了一次j

print(nums[1:])
```

总结

- 最好情况，正好是升序排列，比较迭代n-1次
- 最差情况，正好是降序排列，比较迭代1,2,...,n-1即 n(n-1)/2，数据移动非常多
- 使用两层嵌套循环，时间复杂度O(n^2)
- 稳定排序算法
    - 如果待排序序列R中两元素相等，即Ri等于Rj，且i < j ，那么排序后这个先后顺序不变，这种排序算法就称为稳定排序
    - 已经学习过的排序算法哪些是稳定排序，考虑1、1、2排序
- 使用在小规模数据比较
- 优化
    - 如果比较操作耗时大的话，可以采用二分查找来提高效率，即二分查找插入排序

排序稳定性

- 冒泡排序，相同数据不交换，稳定
- 直接选择排序，相同数据前面的先选择到，排到有序区，不稳定
- 直接插入排序，相同数据不移动，相对位置不变，稳定