

极客大学算法训练营

第十八课

排序

覃超

Sophon Tech 创始人，前 Facebook 工程师

排序算法

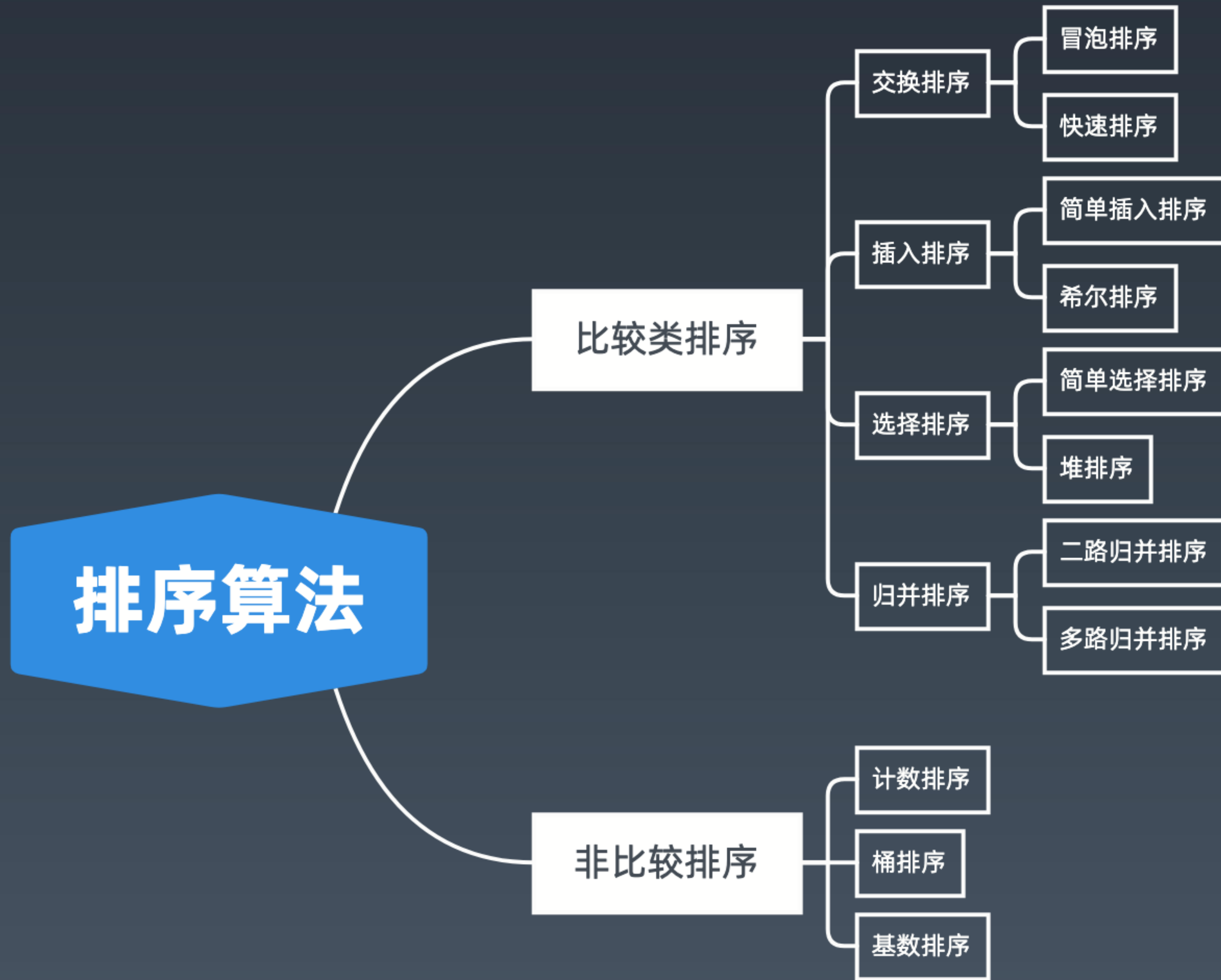
排序算法

1. 比较类排序：

通过比较来决定元素间的相对次序，由于其时间复杂度不能突破 $O(n\log n)$ ，因此也称为非线性时间比较类排序。

2. 非比较类排序：

不通过比较来决定元素间的相对次序，它可以突破基于比较排序的时间下界，以线性时间运行，因此也称为线性时间非比较类排序。



排序方法	时间复杂度（平均）	时间复杂度（最坏）	时间复杂度（最好）	空间复杂度	稳定性
插入排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	稳定
希尔排序	$O(n^{1.3})$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	不稳定
选择排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$	不稳定
堆排序	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(1)$	不稳定
冒泡排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	稳定
快速排序	$O(n\log_2 n)$	$O(n^2)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	不稳定
归并排序	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n)$	稳定
计数排序	$O(n+k)$	$O(n+k)$	$O(n+k)$	$O(n+k)$	稳定
桶排序	$O(n+k)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(n+k)$	稳定
基数排序	$O(n*k)$	$O(n*k)$	$O(n*k)$	$O(n+k)$	稳定

初级排序 - $O(n^2)$

1. 选择排序 (Selection Sort)

每次找最小值，然后放到待排序数组的起始位置。

2. 插入排序 (Insertion Sort)

从前到后逐步构建有序序列；对于未排序数据，在已排序序列中从后向前扫描，找到相应位置并插入。

3. 冒泡排序 (Bubble Sort)

嵌套循环，每次查看相邻的元素如果逆序，则交换。

高级排序 - $O(N \cdot \log N)$

- 快速排序 (Quick Sort)

数组取标杆 pivot, 将小元素放 pivot 左边, 大元素放右侧, 然后依次对左边和右边的子数组继续快排; 以达到整个序列有序。

快排代码 - Java

```
public static void quickSort(int[] array, int begin, int end) {
    if (end <= begin) return;
    int pivot = partition(array, begin, end);
    quickSort(array, begin, pivot - 1);
    quickSort(array, pivot + 1, end);
}

static int partition(int[] a, int begin, int end) {
    // pivot: 标杆位置, counter: 小于pivot的元素个数
    int pivot = end, counter = begin;
    for (int i = begin; i < end; i++) {
        if (a[i] < a[pivot]) {
            int temp = a[counter]; a[counter] = a[i]; a[i] = temp;
            counter++;
        }
    }
    int temp = a[pivot]; a[pivot] = a[counter]; a[counter] = temp;
    return counter;
}
```

调用方式: `quickSort(a, 0, a.length - 1)`

高级排序 - $O(N \cdot \log N)$

- 归并排序 (Merge Sort) — 分治
 1. 把长度为 n 的输入序列分成两个长度为 $n/2$ 的子序列;
 2. 对这两个子序列分别采用归并排序;
 3. 将两个排序好的子序列合并成一个最终的排序序列。

归并排序代码 - Java

```
public static void mergeSort(int[] array, int left, int right) {  
  
    if (right <= left) return;  
    int mid = (left + right) >> 1; // (left + right) / 2  
  
    mergeSort(array, left, mid);  
    mergeSort(array, mid + 1, right);  
    merge(array, left, mid, right);  
  
}
```

归并排序代码 - Java

```
public static void merge(int[] arr, int left, int mid, int right) {  
  
    int[] temp = new int[right - left + 1]; // 中间数组  
    int i = left, j = mid + 1, k = 0;  
  
    while (i <= mid && j <= right) {  
        temp[k++] = arr[i] <= arr[j] ? arr[i++] : arr[j++];  
    }  
  
    while (i <= mid)    temp[k++] = arr[i++];  
    while (j <= right) temp[k++] = arr[j++];  
  
    for (int p = 0; p < temp.length; p++) {  
        arr[left + p] = temp[p];  
    }  
    // 也可以用 System.arraycopy(a, start1, b, start2, length)  
}
```

高级排序 - $O(N \cdot \log N)$

归并 和 快排 具有相似性，但步骤顺序相反

归并：先排序左右子数组，然后合并两个有序子数组

快排：先调配出左右子数组，然后对于左右子数组进行排序

高级排序 - $O(N \cdot \log N)$

- 堆排序 (Heap Sort) — 堆插入 $O(\log N)$, 取最大/小值 $O(1)$
 1. 数组元素依次建立小顶堆
 2. 依次取堆顶元素, 并删除

堆排序代码 - C++

```
void heap_sort(int a[], int len) {  
  
    priority_queue<int, vector<int>, greater<int> > q;  
  
    for(int i = 0; i < len; i++) {  
        q.push(a[i]);  
    }  
  
    for(int i = 0; i < len; i++) {  
        a[i] = q.pop();  
    }  
}
```

```

static void heapify(int[] array, int length, int i) {
    int left = 2 * i + 1, right = 2 * i + 2;
    int largest = i;

    if (left < length && array[left] > array[largest]) {
        largest = leftChild;
    }
    if (right < length && array[right] > array[largest]) {
        largest = right;
    }

    if (largest != i) {
        int temp = array[i]; array[i] = array[largest]; array[largest] = temp;
        heapify(array, length, largest);
    }
}

public static void heapSort(int[] array) {
    if (array.length == 0) return;

    int length = array.length;
    for (int i = length / 2 - 1; i >= 0; i--)
        heapify(array, length, i);

    for (int i = length - 1; i >= 0; i--) {
        int temp = array[0]; array[0] = array[i]; array[i] = temp;
        heapify(array, i, 0);
    }
}

```


特殊排序 - $O(n)$

- 计数排序 (Counting Sort)
计数排序要求输入的数据必须是有确定范围的整数。将输入的数据值转化为键存储在额外开辟的数组空间中；然后依次把计数大于 1 的填充回原数组
- 桶排序 (Bucket Sort)
桶排序 (Bucket sort)的工作的原理：假设输入数据服从均匀分布，将数据分到有限数量的桶里，每个桶再分别排序（有可能再使用别的排序算法或是以递归方式继续使用桶排序进行排）。
- 基数排序 (Radix Sort)
基数排序是按照低位先排序，然后收集；再按照高位排序，然后再收集；依次类推，直到最高位。有时候有些属性是有优先级顺序的，先按低优先级排序，再按高优先级排序。

排序动画

- <https://www.cnblogs.com/onepixel/p/7674659.html>
- <https://www.bilibili.com/video/av25136272>
- <https://www.bilibili.com/video/av63851336>

实战题目

- <https://leetcode-cn.com/problems/relative-sort-array/>
- <https://leetcode-cn.com/problems/valid-anagram/>
- <https://leetcode-cn.com/problems/design-a-leaderboard/>
- <https://leetcode-cn.com/problems/merge-intervals/>
- <https://leetcode-cn.com/problems/reverse-pairs/>

THANKS! |  极客大学