

第 7 章 内排序

7.1 概念

记录、关键字（分为主关键字（值一定两两不等）和次关键字（值不一定两两不等）、排序（分为稳定的和不稳定的，还分为内部的和外部的）、时间性能（主要考察关键字比较次数和记录移动次数（1 次交换等于 3 次移动））

7.2 插入排序

1. 直接插入排序

```
60 70 50 30 80 20 10 40
60 70 50 30 80 20 10 40
50 60 70 30 80 20 10 40
30 50 60 70 80 20 10 40
30 50 60 70 80 20 10 40
20 30 50 60 70 80 10 40
10 20 30 50 60 70 80 40
10 20 30 40 50 60 70 80
```

适合记录序列的关键字基本有序的场所。

2. 希尔（Shell）排序

设所取的增量为 $d_1 = \lfloor n/2 \rfloor$, $d_{i+1} = \lfloor d_i/2 \rfloor$ ($i \geq 1$)。

```
60 70 50 30 80 20 10 40    d1 = ⌊n/2⌋ = ⌊8/2⌋ = 4
60 20 10 30 80 70 50 40    d2 = ⌊d1/2⌋ = ⌊4/2⌋ = 2
10 20 50 30 60 40 80 70    d3 = ⌊d2/2⌋ = ⌊2/2⌋ = 1
10 20 30 40 50 60 70 80
```

至今尚未获知最佳的增量序列。

7.3 交换排序

1. 冒泡排序

```
60 70 50 30 80 20 10 40
60 50 30 70 20 10 40 80
50 30 60 20 10 40 70 80
30 50 20 10 40 60 70 80
30 20 10 40 50 60 70 80
20 10 30 40 50 60 70 80
10 20 30 40 50 60 70 80
10 20 30 40 50 60 70 80
```

2. 快速排序

60	70	50	30	80	20	10	40		
40	70	50	30	80	20	10	60		
40	60	50	30	80	20	10	70		
40	10	50	30	80	20	60	70		
40	10	50	30	80	20	60	70		
40	10	50	30	80	20	60	70		
40	10	50	30	60	20	80	70		
(40	10	50	30	20)	60	(80	70)		第 1 趟结束
(20	10	30)	40	50	60	(80	70)		第 2 趟结束
10	20	30	40	50	60	(80	70)		第 3 趟结束
10	20	30	40	50	60	70	80		第 4 趟结束

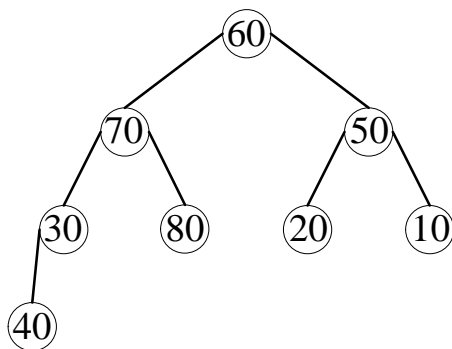
思想可用于快速查找记录序列中关键字第 k 小的记录。

7.4 选择排序

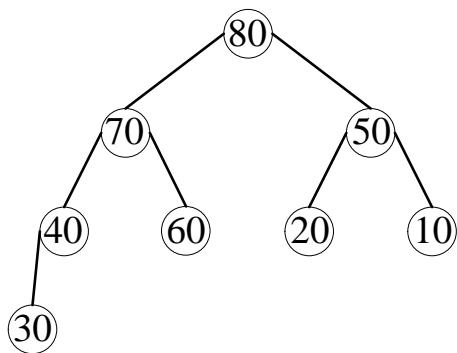
1. 直接选择排序

60	70	50	30	80	20	10	40
10	70	50	30	80	20	60	40
10	20	50	30	80	70	60	40
10	20	30	50	80	70	60	40
10	20	30	40	80	70	60	50
10	20	30	40	50	70	60	80
10	20	30	40	50	60	70	80
10	20	30	40	50	60	70	80

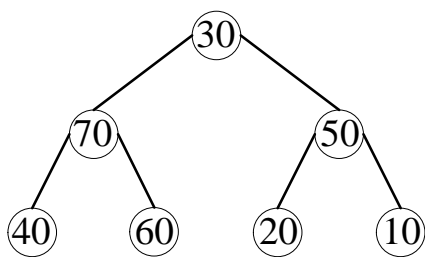
2. 堆排序



建大顶堆，变成：

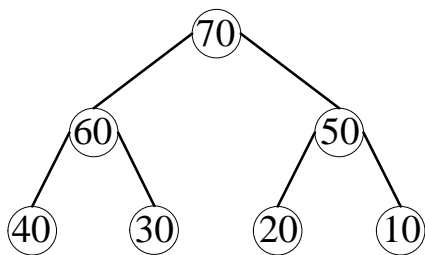


交换 80 和 30，变成：



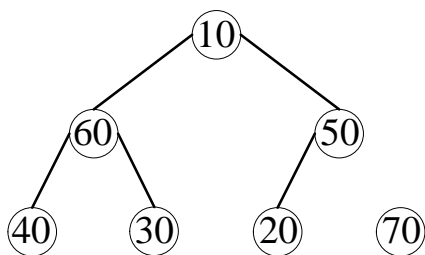
80

剩余部分重建大顶堆，变成：



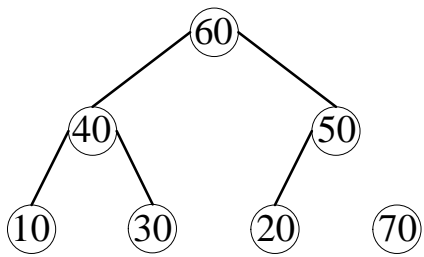
80

交换 70 和 10，变成：



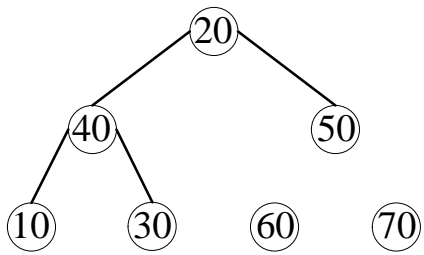
80

剩余部分重建大顶堆，变成：



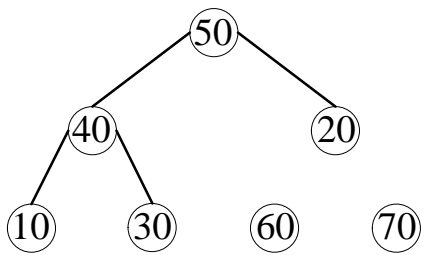
80

交换 60 和 20，变成：



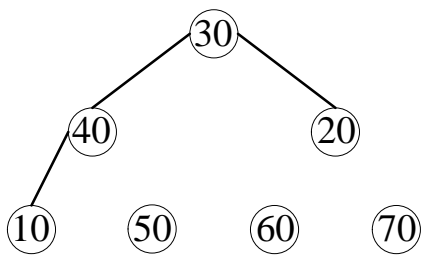
80

剩余部分重建大顶堆，变成：



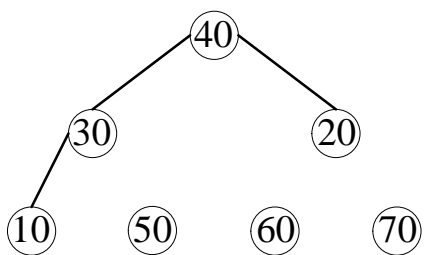
80

交换 50 和 30，变成：



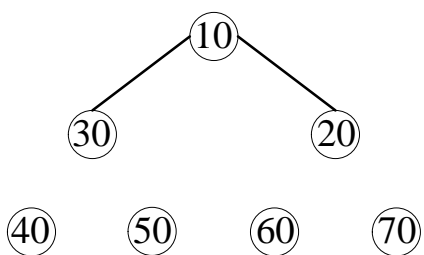
80

剩余部分重建大顶堆，变成：



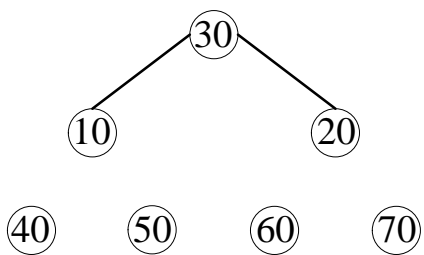
80

交换 40 和 10，变成：



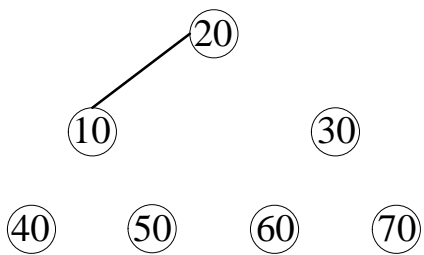
80

剩余部分重建大顶堆，变成：



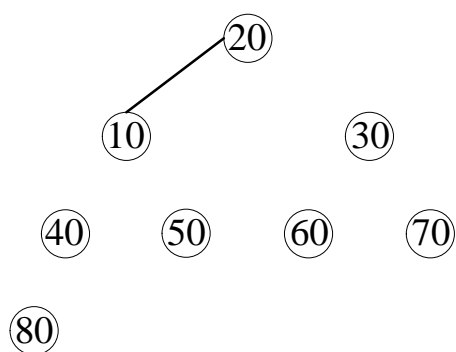
80

交换 30 和 20，变成：

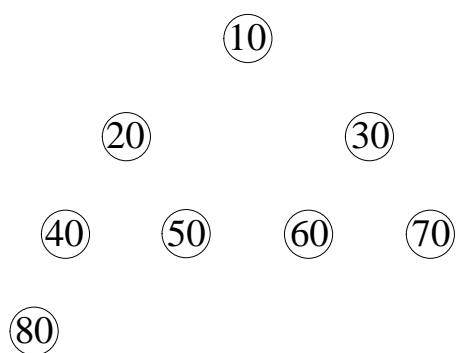


80

剩余部分重建大顶堆，不变：



交换 20 和 10，变成：



将记录序列按关键字从小到大排序，要建大顶堆；从大到小排序，要建小顶堆。这样做，短期利益差，但长期利益好。

思想可用于快速查找记录序列中关键字最小或最大的几个记录。

7.5 归并排序

1. 归并

[30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30 40]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30 40 50]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30 40 50 60]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30 40 50 60 70]
 [30 50 60 70] + [10 20 40 80] → [10 20 30 40 50 60 70 80]

2. 归并排序

[60] [70] [50] [30] [80] [20] [10] [40]
 [60 70] [30 50] [20 80] [10 40]
 [30 50 60 70] [10 20 40 80]
 [10 20 30 40 50 60 70 80]

7.6 基数排序

分配和收集

012 321 234 543 456 765 678 987 890 109
890 321 012 543 234 765 456 987 678 109
109 012 321 234 543 456 765 678 987 890
012 109 234 321 456 543 678 765 890 987

7.7 排序方法比较

排序方法	时间复杂度			空间复杂度	稳定性	特点
	最好	最差	平均			
直接插入	O(n)	O(n ²)	O(n ²)	O(1)	√	易选难放
希尔				O(1)	×	先粗后精
改进版冒泡	O(n)	O(n ²)	O(n ²)	O(1)	√	
快速	O(nlog ₂ n)	O(n ²)	O(nlog ₂ n)	O(log ₂ n)~O(n)	×	分而治之
直接选择	O(n ²)	O(n ²)	O(n ²)	O(1)	×	难选易放
堆	O(nlog ₂ n)	O(nlog ₂ n)	O(nlog ₂ n)	O(1)	×	论资排辈
归并	O(nlog ₂ n)	O(nlog ₂ n)	O(nlog ₂ n)	O(n)	√	择优录用