

## 3.5 排序算法



# 常见的排序算法

- 1、直接插入排序
- 2、冒泡排序
- 3、简单选择排序
- 4、希尔排序
- 5、快速排序
- 6、堆排序
- 7、归并排序



# 直接插入排序

- 具体做法是：在插入第 $i$ 个记录时， $R_1, R_2, \dots, R_{i-1}$ 已经排好序，将记录 $R_i$ 的关键字 $k_i$ 依次与关键字 $k_{i-1}, k_{i-2}, \dots, k_1$ 进行比较，从而找到 $R_i$ 应该插入的位置，插入位置及其后的记录依次向后移动。

待排序列：35 12 67 29 51

第1步：35

第2步：12 35

第3步：12 35 67

第4步：12 29 35 67

第5步：12 29 35 51 67



# 冒泡排序

- 首先将第一个记录的关键字和第二个记录的关键字进行比较，若为逆序，则交换两个记录的值，然后比较第二个记录和第三个记录的关键字，依此类推。

- 待排序列：35 12 67 29 51

第一次冒泡排序：

①：12 35 67 29 51  
②：12 35 67 29 51  
③：12 35 29 67 51  
④：12 35 29 51 67

第二次冒泡排序：

①：12 35 29 51 67  
②：12 29 35 51 67



# 简单选择排序

- $n$ 个记录进行简单选择排序的基本方法是：

通过 $n-i$ 次关键字之间的比较，从 $n-i+1$ 个记录中选出关键字最小的记录，并和第 $i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) 个记录进行交换，当 $i$ 等于 $n$ 时所有记录有序排列。

- 待排序列：35 12 67 29 51

- ①：找出最小值12，与第一个关键字进行交换：12 35 67 29 51
- ②：找出剩下4个记录中的最小值29，与第二个关键字交换：12 29 67 35 51
- ③：找出剩下3个记录中的最小值35，与第三个关键字交换：12 29 35 67 51
- ④：找出剩下2个记录中的最小值51，与第四个关键字交换：12 29 35 51 67



# 希尔排序

- 希尔排序又称“缩小增量排序”，是对直接插入排序方法的改进。
- 先将整个待排记录序列分割成若干子序列，然后分别进行直接插入排序，待整个序列中的记录基本有序时，再对全体记录进行一次直接插入排序。

待排序列： 48 37 64 96 75 12 26 48 54 03

$d_1=5$ （距离为5的倍数的记录为同一组）： 48 37 64 96 75 12 26 48 54 03

$d_1=5$  排序后： 12 26 48 54 03 48 37 64 96 75

$d_2=3$ （距离为3的倍数的记录为同一组）： 12 26 48 54 03 48 37 64 96 75

$d_2=3$  排序后： 12 03 48 37 26 48 54 64 96 75

$d_3=1$ （距离为1的倍数的记录为同一组，即所有记录为一组）：

12 03 48 37 26 48 54 64 96 75

$d_3=1$  排序后： 03 12 26 37 48 48 54 64 75 96



# 快速排序

- 通过一趟排序将待排的记录划分为独立的两部分，称为前半区和后半区，其中，前半区中记录的关键字均不大于后半区记录的关键字，然后再分别对这两部分记录继续进行快速排序，从而使整个序列有序。
- 具体做法：附设两个位置指示变量*i*和*j*，它们的初值分别指向序列的第一个记录和最后一个记录。设枢轴记录（通常是第一个记录）的关键字为*pivot*，则首先从*j*所指位置起向前搜索，找到第一个关键字小于*pivot*的记录时将该记录向前移到*i*指示的位置，然后从*i*所指位置起向后搜索，找到第一个关键字大于*pivot*的记录时将该记录向后移到*j*所指位置，重复该过程直至*i*与*j*相等为止。



待排序列：  $a[8]=\{39,58,32,47,46,19,25,55\}$

39 58 32 47 46 19 25 55

↑  
i

↑  
j

$i=1, j=8, \text{pivot}=39$

25 58 32 47 46 19 39 55

↑  
i

↑  
j

$i=1, j=7, \text{pivot}=39$

25 39 32 47 46 19 58 55

↑  
i

↑  
j

$i=2, j=7, \text{pivot}=39$

25 19 32 47 46 39 58 55

↑  
i

↑  
j

$i=2, j=6, \text{pivot}=39$

25 19 32 39 46 47 58 55

↑  
i

↑  
j

$i=4, j=6, \text{pivot}=39$

25 19 32 39 46 47 58 55

↑↑  
i j

$i=j=4, \text{pivot}=39$

一趟快速排序完成，以39为分界线，前面的都比它小，后面的都比它大。  
前、后两部分可以再采用同样的方法进行排序。



# 堆排序

- 堆：对于n个元素的关键字序列  $\{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ ，当且仅当满足下列关系时称其为堆。

$$\begin{cases} k_i \leq k_{2i} \\ k_i \leq k_{2i+1} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} k_i \geq k_{2i} \\ k_i \geq k_{2i+1} \end{cases}$$

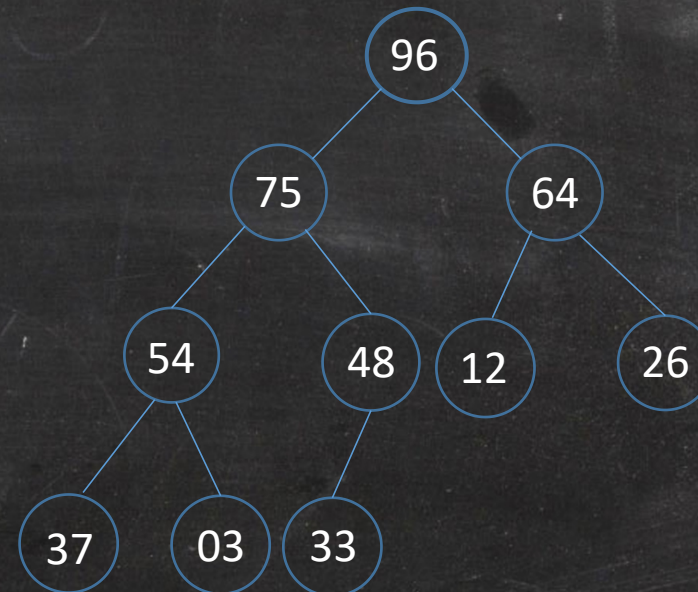


# 堆排序

- 基本思想：对一组待排序记录的关键字，首先把它们按堆的定义排成一个序列（即建立初始堆），从而输出堆顶的最小关键字（对于小顶堆而言）。然后将剩余的關鍵字再调整成新堆，便得到次小的关键字，如此反复，直到全部关键字排成有序序列为止。



(a) 非堆



(b) 大顶堆



# 归并排序

- 基本思想：把一个有 $n$ 个记录的无序文件看成是由 $n$ 个长度为1的有序子文件组成的文件，然后进行两两归并，得到  $n/2$  个长度为2或1的有序文件，再两两归并，如此重复，直至最后形成包含  $n$  个记录的有序文件为止。
- 待排序列：39 19 32 25 46 58 47 55  
[39 19] [32 25] [46 58] [47 55]  
[19 39] [25 32] [46 58] [47 55]  
[19 25 32 39] [46 47 55 58]  
[19 25 32 39 46 47 55 58]



# 一句话总结

- 1、**直接插入排序**：按顺序插入待排关键字，插入时依次查找位置，直接插入，后面的依次后移。
- 2、**冒泡排序**：依次把相邻的两个记录进行比较，然后交换位置。
- 3、**简单选择排序**：每次选择最小的，与第一个没有排过序的记录交换。
- 4、**希尔排序**：间隔若干个空的记录分为一组，进行直接插入排序，依次将间隔缩小到1为止。
- 5、**快速排序**：设两个指针指示头尾，从尾开始，首尾交替轮流和枢轴记录（第一个记录）进行比较，并交换位置。
- 6、**堆排序**：反复将待排序列建立成堆，并取堆顶。
- 7、**归并排序**：两两归并为一组，再四个记录归并为一组，依此类推。



# 排序方法总结与比较

排序方法	最好时间	平均时间	最坏时间	辅助空间	稳定性
直接插入排序	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$	稳定
简单选择排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$	不稳定
冒泡排序	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$	稳定
希尔排序	—	$O(n^{1.25})$	—	$O(1)$	不稳定
快速排序	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n^2)$	$O(\log_2 n) \sim O(n)$	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
归并排序	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n\log_2 n)$	$O(n)$	稳定