常见排序算法 - ctthuangcheng - 博客频道 - CSDN

索引

1. 插入排序

思想：每步将一个待排序的对象, 按其排序码大小, 插入到前面已经排好序的一组对象的适当位置上, 直到对象全部插入为止。

1.1 直接插入

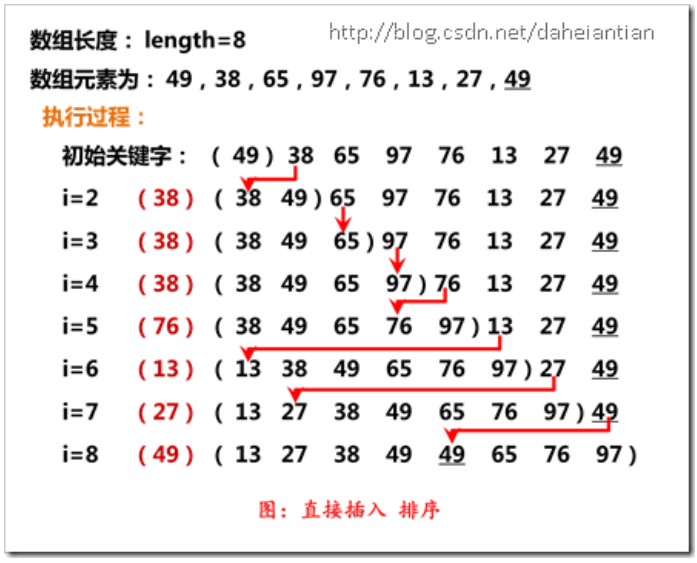
1.1.1 方法：

当插入第i (i >= 1) 个对象时, 前面的V[0], V[1], ..., V[i-1]已经排好序。这时, 用V[i]的排序码依次与V[i-1], V[i-2], ...的排序码顺序进行比较, 找到插入位置即将V[i]插入, 原来位置上的对象向后顺移。

具体过程：

1. 把n个待排序的元素看成为一个“有序表”和一个“无序表”；
2. 开始时“有序表”中只包含1个元素，“无序表”中包含有n-1个元素；
3. 排序过程中每次从“无序表”中取出第一个元素，依次与“有序表”元素的关键字进行比较，将该元素插入到“有序表”中的适当位置，有序表个数增加1，直到“有序表”包括所有元素。

1.1.2 实例图：



1.1.3 代码：

[cpp]view plaincopyprint?

```
01. /**
02.  * 直接插入排序：将数组从小到大排序
03.  */
04. #include
05. usingnamespace std;
06.
07. typedefint Index;//下标的别名
08. typedefint Type;//待排序的数组的元素类型
09.
10. /**
11.  * 直接插入排序
```

```
 */
void direct_insert_sort(Type *array, int length) {
    Index i;
    Index j;//插入的位置
    Type temp;

for(i=1; i//i=1，即从第二个元素开始（第一个元素下标为0）
        temp = array[i];
        j=i;
while(j>0 && array[j-1]>temp) {
            array[j] = array[j-1];
            j--;
        }
//如果!=j，说明要插入到前面的“已续表”中
if(i!=j){
            array[j] = temp;
        }
    }
}

int main(int argc, char **argv) {
    Type array[19] = {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};//待排序的数组
    shell_sort(array, 19);

//排序后，输出数组
for(int i=0; i<19; i++) {
        cout<<<" ";
    }
    cout<

return 0;
}
```

1.1.4 分析：

时间复杂度：O(n^2)； 稳定的。

在下面两种情况，直接插入排序的效率较高：①序列中元素很少；②序列中的元素已经基本有序。

1.2 折半插入

1.2.1 方法：

在“直接插入排序”中，将在“有序表”中查找符合要求的项，利用二分查找完成。

1.2.2 实例图：

和“直接插入排序”排序过程相同。（两者只是“查找插入位置的方法”不同）

1.2.3 代码：

[cpp]view plaincopy
print?

```
/**
 * 折半插入排序
 */
void binary_insert_sort(Type *array, int length) {
    Index i;
    Index k;
    Index left, right;//二分查找时记录左右两侧的下标
    Type temp;

for(i=1; i
        left = 0;
        right = i-1;//查找时，不包括第i个，因为是要将第i个插入到合适的位置
        temp = array[i];
while(left<=right) {
            Index middle = (left+right)/2;
if( array[middle]<=temp ){ //注意：当middle==temp时，要是left加1。否则，算法将“不稳定”
                left = middle+1;
            }else{
                right = middle-1;
            }
        }
for(k=i; k>left; k--){
            array[k] = array[k-1];
        }
        array[left] = temp;
    }
}

int main(int argc, char **argv) {
```

```
30.     Type array[19] = {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};//待排序的数组
31.     shell_sort(array, 19);
32.
33.  //排序后，输出数组
34.  for(int i=0; i<19; i++) {
35.          cout<<<" ";
36.     }
37.     cout<
38.
39.  return 0;
40.  }
```

1.2.4 分析：

时间复杂度：O(N*logN)；**稳定**的（注意若处于后面“无序表”中的项，若等于前面“有序表”中的项，要将该项插入到“有序表”中对应项的后面）。

相对于“直接插入排序”：比较次数比“直接插入排序”的最差情况要好得多，但是比“直接插入排序”的最好情况要差，尤其是当数组已经排好序或者接近有序的时候。也就是说，“折半插入排序”不是在所有情况都优于“直接插入排序”。

1.3 希尔排序（缩小增量排序）

1.3.1 方法：

因为在“直接插入排序”过程中，若元素已经基本有序，那么“直接插入排序”的效率较高。引出了“希尔排序”的基本思想：

1. 设待排序的序列有 n 个对象，首先取一个整数 gap < n 作为间隔, 将下标相差为gap的倍数对象放在一组。

2. 在组内作 直接插入排序。

3. 然后逐渐缩小间隔 gap, 例如取 gap = gap/2，重复上述的组划分和排序工作。直到最后取 gap == 1, 将所有对象放在同一个组中进行排序为止。

1.3.2 实例图：

图：希尔 排序

1.3.3 代码：

[cpp]view plaincopyprint?

```
01.  /**
02.   * 希尔排序：将数组从小到大排序
03.   */
04.  #include
05.  usingnamespace std;
06.
07.  typedefint Index;//下标的别名
08.  typedefint Type;//待排序的数组的元素类型
09.
10.  /**
11.   * 希尔排序
12.   */
13.  void shell_sort(Type *array, int length) {
14.      Index i;
15.      Index j;//插入的位置
```

```
    Type temp;
int gap = length/2;//子序列间隔，这里取长度的一半

while(gap!=0) {
for(i=gap; i//1. i从gap开始取值；2. i每次递增gap
            temp = array[i];
            j=i;
while(j>=gap && array[j-gap]>temp) {
                array[j] = array[j-gap];
                j -= gap;
            }
//如果!=j，说明要插入到前面的“已续表”中
if(i!=j) {
                array[j] = temp;
            }
        }
        gap /= 2;
    }
}

int main(int argc, char **argv) {
    Type array[19] = {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};//待排序的数组
    shell_sort(array, 19);

//排序后，输出数组
for(int i=0; i<19; i++) {
        cout<<<" ";
    }
    cout<

return 0;
}
```

1.3.4 分析：

时间复杂度：n^1.25 ~ 1.6*n^1.25之间（统计资料），是**不稳定**的；gap的取值会影响希尔排序的效率。

2. 交换排序

思想：两两比较待排序对象的排序码,如果发生逆序，则进行交换。直到所有对象都排好序为止。

2.1 冒泡排序

2.1.1 方法：

1. 对待排序序列从前向后（从下标较大的元素开始）依次比较**相邻**元素的关键字，若发现逆序则交换；
2. 使较小的元素逐渐前移（或者较大的元素逐渐后移）；（假定按照“从小到大”排序）

改进措施：

如果一趟比较下来没有进行过交换，就说明序列已经有序；可以通过设置一个标志exchange记录一趟遍历中是否进行了交换。

2.1.2 实例图：

2.1.3 代码：

[cpp]view plaincopy
print?

```
/**
 * 冒泡排序：将数组从小到大排序
```

```
 */
#include
usingnamespace std;

typedefint Index;//下标的别名
typedefint Type;//待排序的数组的元素类型

/*
 * 方法一：每次将最小的元素推至前端
 */
void bubble_sort1(Type *array, int length) {
    Index i, j;
bool exchange;//标志一次遍历中，是否进行了交换

for(i=0; i
        exchange = false;//每次循环开始时，值为false
for(j=length-1; j>i; j--) {
if(array[j]//两两比较，当两者相等时，不交换，这样才能使该排序稳定，即原来在前面的排序后也在前面
                exchange = true;

                Type temp = array[j-1];
                array[j-1] = array[j];
                array[j] = temp;
            }
        }
//如果本次循环没有交换，说明数组已经排序完毕
if(!exchange) {
break;
        }
    }
}
/*
 * 方法二：每次将最大的元素推至末尾
 */
void bubble_sort2(Type *array, int length) {
    Index i, j;
bool exchange;//标志一次遍历中，是否进行了交换

for(i=0; i
        exchange = false;//每次循环开始时，值为false
for(j=0; j
if(array[j]>array[j+1]) { //两两比较，和“将较小元素推至前端”相同，当两者相等时，不交换，这样才能使该排序稳定，即原来在后面的排序后也在后面
                exchange = true;

                Type temp = array[j+1];
                array[j+1] = array[j];
                array[j] = temp;
            }
        }
//如果本次循环没有交换，说明数组已经排序完毕
if(!exchange) {
break;
        }
    }
}

int main(int argc, char **argv) {
    Type array[19] = {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};//待排序的数组
    bubble_sort1(array, 19);

//排序后，输出数组
for(int i=0; i<19; i++) {
        cout<<<" ";
    }
    cout<

return 0;
}
```

2.1.4 分析：

时间复杂度：**O(n^2)**； **稳定**的。

2.2 快速排序

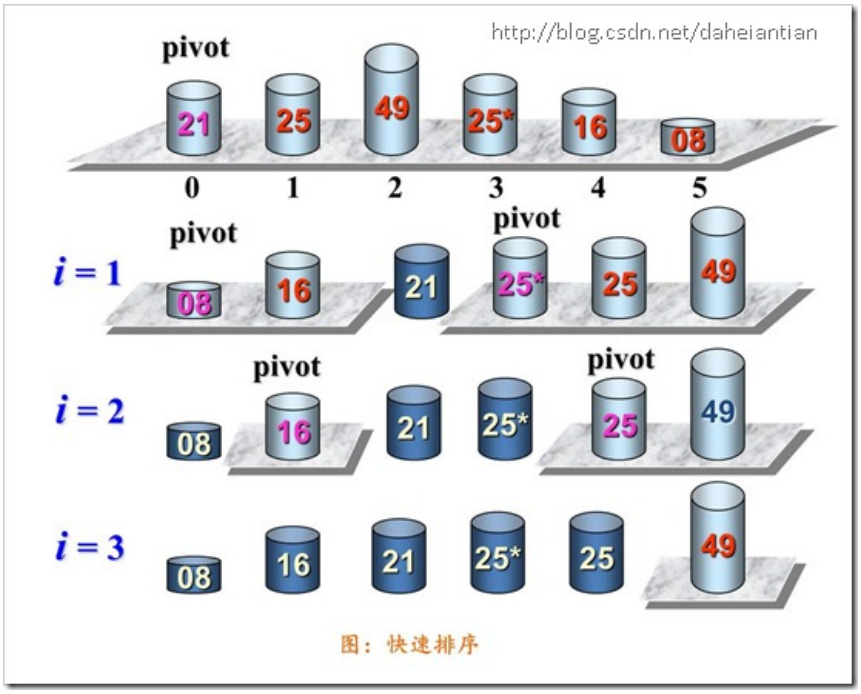
2.2.1 方法：

“冒泡排序”中，元素的比较是从一端到另一端进行，每次移动一个位置；如果要是能“从两端到中间”进行，比“基准元素”大的

一次就能交换到后面单元，比“基准元素”小的一次就能交换到前面单元，每次移动的距离较远，从而总的比较次数和移动次数都会减少。

步骤：（利用**分治**的算法思想）

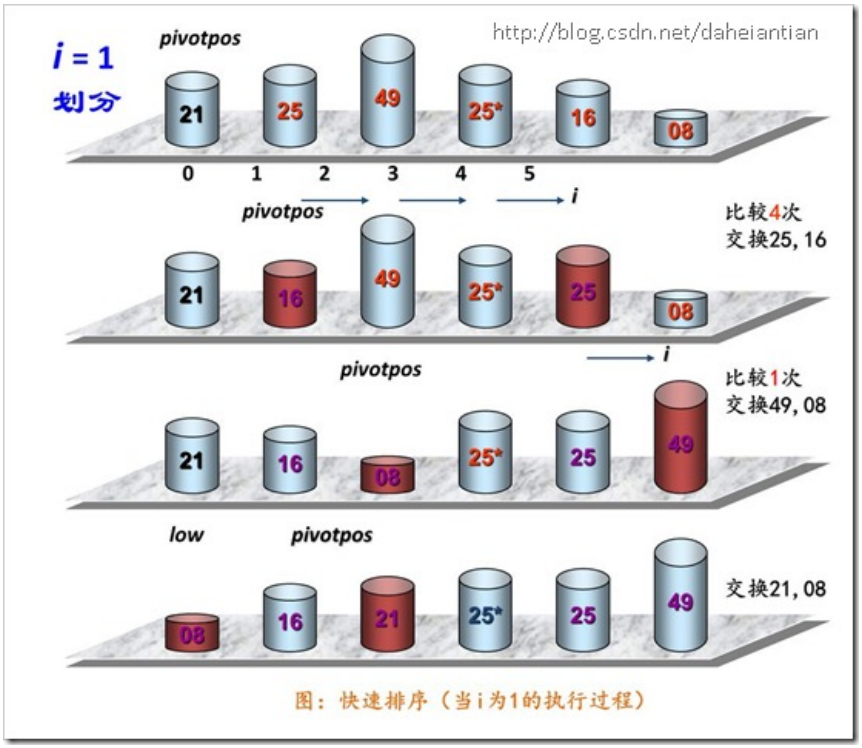
1. 任取待排序序列中的某个元素作为基准（一般取第一个元素）；
2. 通过一趟排序，将待排元素分为左右两个子序列：
   左子序列元素的关键字均小于或等于基准元素的关键字；
   右子序列的关键字则大于基准元素的关键字；
3. 分别对两个子序列继续进行排序，重复以上步骤，直至整个序列有序。（是一个递归的过程）



图：快速排序

2.2.2 实例图：

当 i 为1时，执行过程为：



图：快速排序（当i为1的执行过程）

2.2.3 代码：

[cpp]view plaincopyprint?

```
01. /**
02.  * 快速排序：将数组从小到大排序
03.  */
04. #include
05. usingnamespace std;
06.
07. typedefint Index;//下标的别名
08. typedefint Type;//待排序的数组的元素类型
```

```
09.
10. void quick_sort_recursion(Type *array, Index left, Index right);
11. int partition(Type *array, Index left, Index right);
12.
13. /**
14.  * 快速排序，接口，内部调用“递归实现函数”quick_sort_recursion
15.  */
16. void quick_sort(Type *array, int length) {
17.     quick_sort_recursion(array, 0, length-1);
18. }
19. /**
20.  * 快速排序，递归实现函数
21.  */
22. void quick_sort_recursion(Type *array, Index left, Index right) {
23. if(left
24. int pivot_index = partition(array, left, right);//获得基准位置
25.         quick_sort_recursion(array, left, pivot_index-1);//递归调用，将子序列排序，注意不包括pivot_index位置的元素
26.         quick_sort_recursion(array, pivot_index+1, right);
27.     }
28. /*
29.      调用这里的left和right都是有效的下标。如果类似C++ STL中，right是末尾的下一位，应写为下面的形式：
30.       原则：①调用partition函数的参数都是有效的；②调用自身quick_sort_recursion的参数right是末尾的下一个；
31.      if(left
32.         int pivot_index = partition(array, left, right-1);//使用right-1
33.         quick_sort_recursion(array, left, pivot_index);//使用pivot_index
34.         quick_sort_recursion(array, pivot_index+1, right);
35.     }
36.      相应的，在quick_sort函数中的调用形式应修改为：quick_sort_recursion(array, 0, length);
37.      */
38. }
39. /**
40.  * 利用第一元素作为基准元素，将整个序列划分为两个部分。
41.  * 步骤：
42.  *   1. 比基准元素小的都移动到左侧，比基准元素大的都移动到右侧，变量pivot_position始终记录着比基准元素小的元素的最后一个元素。
43.  *   2. 最后将基准元素（第一个）与pivot_position位置上的元素交换，就可以达到目的。
44.  * 这时基准元素所在的位置也就是最终排序完成后，应该在的位置
45.  * 注意：这个实现中，参数中的left和right都是有效的，特别注意的是，这里的right是序列最后一个元素的下标，不是最后一个元素的下一个。
46.  */
47. int partition(Type *array, Index left, Index right) {
48.     Type pivot = array[left];//基准元素值
49.     Index pivot_index = left; //记录已比较的元素中，比基准元素小的元素的最后一个位置；也是最后要返回的位置
50.
51.     Index i;
52. for(i=left+1; i<=right; i++) {//这里 i 能够等于right，就要求传给partition的参数中的right参数，一定要是有效的
53. if(array[i]
54.             pivot_index++;
55. //交换array[pivot_index]和array[i]
56. if(i!=pivot_index) {
57.                 Type temp = array[i];
58.                 array[i] = array[pivot_index];
59.                 array[pivot_index] = temp;
60.             }
61.         }
62.     }
63. //交换基准元素（第一个元素）和array[pivot_index]
64.     array[left] = array[pivot_index];
65.     array[pivot_index] = pivot;
66. return pivot_index;
67. }
68.
69. #define ARRAY_LENGTH 18
70.
71. int main(int argc, char **argv) {
72.     Type array[ARRAY_LENGTH] = { 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 4, 3, 2, 1, 0};//待排序的数组
73. //调用接口函数
74.     quick_sort(array, ARRAY_LENGTH);
75.
76. //排序后，输出数组
77. for(int i=0; i
78.         cout<<<"  ";
79.     }
80.     cout<
81.
82. //调用递归实现函数
83.     quick_sort_recursion(array, 0,ARRAY_LENGTH);
84. //排序后，输出数组
85. for(int i=0; i
86.         cout<<<"  ";
87.     }
88.     cout<
```

```
89.
90.  return 0;
91.  }
```

2.2.4 分析：

快速排序是一个“**递归算法**”，快速排序的趟数等于递归树的高度。　　时间复杂度：最好 O(N*logN)；最差 O(N^2)；

空间复杂度：最好 O(logN)； 最差 O(N)；

是一种**不稳定**的算法。但是当序列元素**数量较多**时，快速排序的效率一般很好，所以经常采用；但是当**元素较少**时，其比一般方法可能要慢（因为要递归）。

3. 选择排序

思想：每一趟遍历，都从序列中找到最小的元素，将其放到队列的开始位置。或者找到序列的最大元素，放到队列的末尾。

3.1 直接选择排序

3.1.1 方法：

1. 在一组对象 V[i] ~ V[n-1] 中选择**最小的**对象；
2. 将它与这组对象中的第一个对象对调;
3. 在剩下的对象V[i+1] ~ V[n-1]中重复执行第①、②步, 直到剩余对象只有一个为止。

3.1.2 实例图：

[cpp]view plaincopy
print?

```
01.  /**
02.   * 直接选择排序：将数组从小到大排序
03.   */
04.  #include
05.  usingnamespace std;
06.
07.  typedefint Index;//下标的别名
08.  typedefint Type;//待排序的数组的元素类型
09.
10.  /**
11.   * 直接选择排序，每次选取最小的替换到开头
12.   */
13.  void direct_select_sort(Type *array, int length) {
14.      Index i, j;
15.      Index min_index;//每趟循环中，最小元素的下标
16.      Type temp;
17.  for(i=0; i// i 的取值范围是从0到length-2，不包括最后一个元素（下标为 length-1），因为只剩一个元素时不需要判断
18.          min_index = i;
19.  for(j=i+1; j//从i+1开始
20.  if(array[j]
21.                  min_index = j;
22.              }
23.          }
```

```
24.         temp = array[i];
25.         array[i] = array[min_index];
26.         array[min_index] = temp;
27.     }
28. }
29.
30. #define ARRAY_LENGTH 18
31.
32. int main(int argc, char **argv) {
33.     Type array[ARRAY_LENGTH] = { 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 4, 3, 2, 1, 0};//待排序的数组
34.     direct_select_sort(array, ARRAY_LENGTH);
35.
36. //排序后，输出数组
37. for(int i=0; i
38.         cout<<<" ";
39.     }
40.     cout<
41.
42. return 0;
43. }
```

3.1.4 分析：

时间复杂度：O(n^2)。**不稳定。**

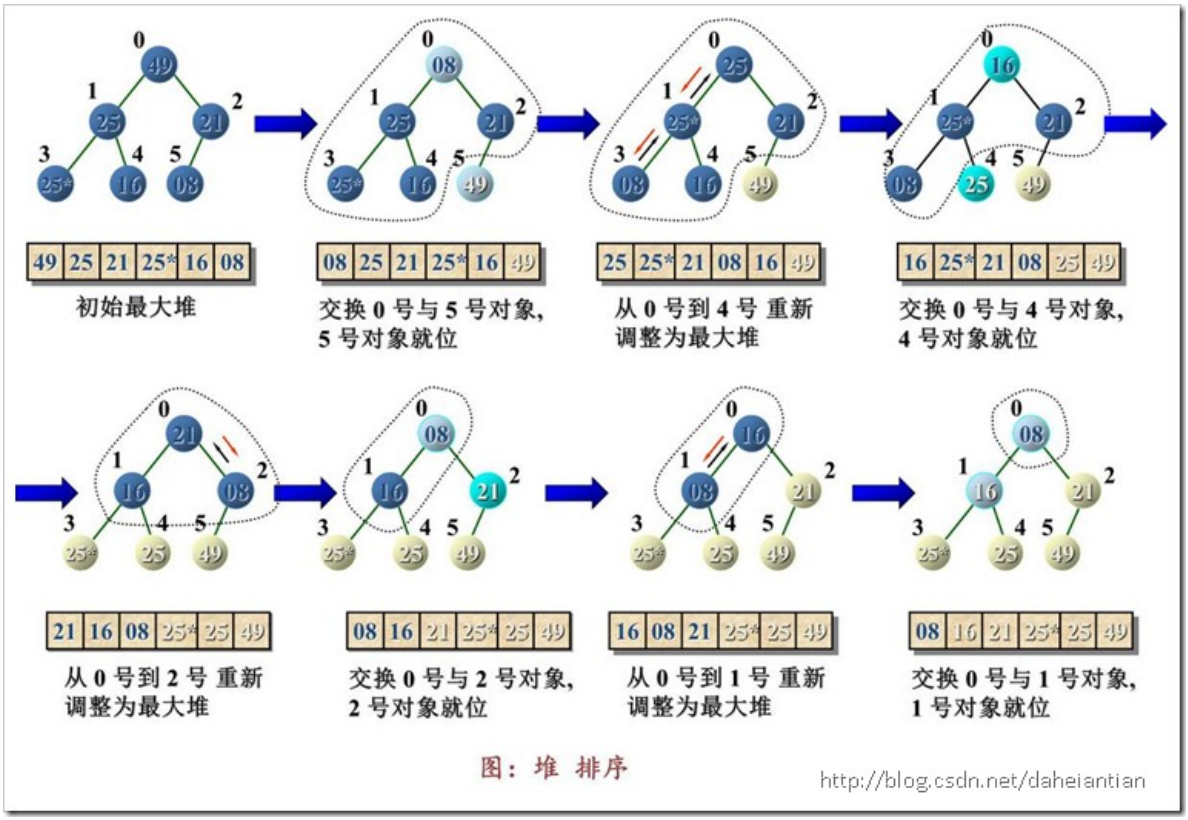
总的比较次数固定为：n*(n-1)/2次，即O(n^2)级别。

3.2 堆排序

3.2.1 方法：

1. 根据初始输入数据，利用堆的“下滤调整算法”形成初始最大堆；
2. 将最大元素换到最后一个元素，对前面的元素构建最大堆。
3. 重复执行以上两步，直到所有元素排序完成。

3.2.2 实例图：



3.2.3 代码：

[cpp]view plaincopyprint?

```
01. /**
02.  * 堆排序：将数组从小到大排序
03.  *  方法：依次建立最大堆，将堆顶元素（最大元素）与最后一个元素交换；
04.  */
05. #include
06. usingnamespace std;
07.
```

```
typedefint Index;//下标的别名
typedefint Type;//待排序的数组的元素类型

void filter_down(Type *heap, Index pos, int length);
void build_heap(Type *array, int length);
void heap_sort(Type *array, int length);

/**
 * 堆的下滤操作
 */
void filter_down(Type *heap, Index pos, int length) {
    Index current=pos;//记录下滤过程中的当前节点
    Index child = 2*pos+1;//当前节点的子节点，当下标从0开始时，找到左孩子的下标

    Type temp = heap[pos];

while(child
//若左右孩子都存在，找到左右孩子中最大的那个
if(child+1
            ++child;
        }
//如果当前节点小于 其 孩子，将“子节点的值”赋给“当前节点”
if(temp
            heap[current] = heap[child];
        } else {
break;
        }
        current = child;
        child = 2*child + 1;
    }
    heap[current] = temp;
}
/**
 * 建立 堆
 */
void build_heap(Type *array, int length) {
    Index i;
for(i=(length-2)/2; i>=0; i--) {
        filter_down(array, i, length);
    }
}

/**
 * 堆排序
 */
void heap_sort(Type *array, int length) {
//建立堆
    build_heap(array, length);

    Index i;
    Type temp;
for(i=length-1; i>0; i--) {// i 的范围从length-1 到 1，共length-2次循环（不包括i=0），若只剩一个元素，则说明整个序列已经有序了。
//交换
        temp = array[0];
        array[0] = array[i];
        array[i] = temp;
//下滤
        filter_down(array, 0, i);
    }
}

#define ARRAY_LENGTH 18

int main(int argc, char **argv) {
    Type array[ARRAY_LENGTH] = { 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 4, 3, 2, 1, 0};//待排序的数组

    heap_sort(array, ARRAY_LENGTH);

//排序后，输出数组
for(int i=0; i
        cout<<"  ";
    }
    cout<

return 0;
}
```

3.2.4 分析：

时间复杂度：O(n*logn)；
空间复杂度：O(1)；
不稳定。

4. 归并排序

思想：将两个或两个以上的“有序表”合并成一个新的“有序表”。

4.1迭代归并

4.1.1 方法：

利用“**两路归并**”过程进行，步骤如下：

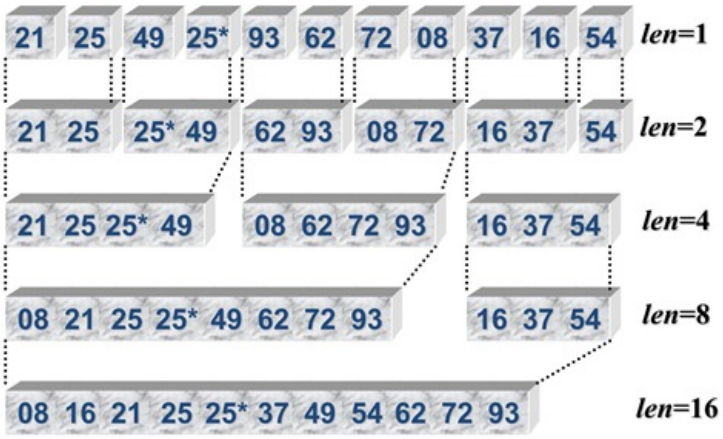
1. 把序列看成是 n 个长度为 1 的有序子序列 (归并项)，先做两两归并，得到 n / 2 个长度为 2 的归并项 (如果 n 为奇数，则最后一个有序子序列的长度为1)；
2. 然后看成长度为2, 4, 8.....的有序子序列，两两归并，直到得到长度为n的有序序列；

注意：

如果n不是2len的整数倍, 则一趟归并到最后,可能遇到两种情形：

1. 剩下一个长度为len的归并项和另一个长度不足len的归并项, 可用merge算法将它们归并成一个长度小于 2len 的归并项；
2. 只剩下一个归并项，其长度小于或等于 len, 将它直接抄到目标序列中。

4.1.2 实例图：



图：归并排序算法（迭代）

http://blog.csdn.net/daheiantian

4.1.3 代码：

[cpp]view plaincopy
print?

```cpp
/**
 * 归并排序（迭代实现）：将数组从小到大排序
 */
#include
usingnamespace std;

typedefint Index;//下标的别名
typedefint Type;//待排序的数组的元素类型

void merge(Type *src, Type *dest, Index left, Index middle, Index right);
void merge_pass(Type *src, Type *dest, int section, int length);
void merge_sort(Type *array, int length);

/**
 * 合并两个列表
 * 将src中[left, middle]位置，和src中[middle+1, right]开始位置的元素合并到dest中
 *  注意：上面的区间是闭区间
 */
void merge(Type *src, Type *dest, Index left, Index middle, Index right) {
    Index i = left; //在src的[left, middle]中前进
    Index j = middle+1; //在src的[middle+1, right]中前进
    Index k = left; //在dest中前进
while(i<=middle && j<=right) {
if(src[i]<=src[j]) { //注意：因为src[i]在前面，为了是算法稳定，当src[i]==src[j]时，应先添加stc[i]
            dest[k++] = src[i++];
        } else {
            dest[k++] = src[j++];
        }
    }
```

```
30.  //[left, middle]还没有走完
31.  while(i<=middle) {
32.          dest[k++] = src[i++];
33.      }
34.  //[middle+1, right]还没有走完
35.  while(j<=right) {
36.          dest[k++] = src[j++];
37.      }
38.  }
39.  /**
40.   * 归并排序的具体执行函数
41.   */
42.  void merge_pass(Type *src, Type *dest, int section, int length) {
43.      Index i=0;
44.  //1. 合并开始部分
45.  while(i+2*section <= length) {//因为序列下标从0开始，有等号
46.          merge(src, dest, i, i+section-1, i+2*section-1);
47.          i += 2*section;
48.      }
49.  //2.剩余部分有两块
50.  if(i+section
51.          merge(src, dest, i, i+section-1, length-1);
52.      } else {
53.  //3. 只剩一部分，直接添加到末尾
54.  while(i//这里没有等号
55.              dest[i] = src[i];
56.              i++;
57.          }
58.      }
59.  }
60.
61.  /**
62.   * 归并排序
63.   */
64.  void merge_sort(Type *array, int length) {
65.  int section = 1;//小部分的长度
66.      Type *help_array = new Type[length];//辅助数组
67.  while(section//section不需要等于length
68.  //从array归并到help_array
69.          merge_pass(array, help_array, section, length);
70.          section *= 2;
71.  //从help_array归并到array
72.          merge_pass(help_array, array, section, length);
73.          section *= 2;
74.      }
75.  delete []help_array;
76.  }
77.
78.  #define ARRAY_LENGTH 18
79.
80.  int main(int argc, char **argv) {
81.      Type array[ARRAY_LENGTH] = { 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 4, 3, 2, 1, 0};//待排序的数组
82.      merge_sort(array, ARRAY_LENGTH);
83.
84.  //排序后，输出数组
85.  for(int i=0; i
86.          cout<<<"  ";
87.      }
88.      cout<
89.
90.  return 0;
91.  }
```

4.1.4 分析：

时间复杂度：O(N*logN)；

空间复杂度：一个和原来数组一样大小的数组，O(N)；

该算法是**稳定的。**

5. 总结

排序方法	比较次数		移动次数		稳定性	附加存储	
	最好	最差	最好	最差		最好	最差
直接插入排序	n	n^2	0	n^2	Ö	1	
折半插入排序	n logn		0	n^2	Ö	1	

起泡排序	n	n^2	0	n^2	Ö	1	
快速排序	nlogn	n^2	< nlogn	n^2	´	logn	n
直接选择排序	n^2		0	n	´	1	
堆排序	n logn		n logn		´	1	
归并排序	n logn		n logn		Ö	n	