第 8 章　排序

1．选择题

（1）从未排序序列中依次取出元素与已排序序列中的元素进行比较，将其放入已排序序列的正确位置上的方法，这种排序方法称为（　　）。

A．归并排序　　B．冒泡排序　　C．插入排序　　D．选择排序

答案：C

（2）从未排序序列中挑选元素，并将其依次放入已排序序列（初始时为空）的一端的方法，称为（　　）。

A．归并排序　　B．冒泡排序　　C．插入排序　　D．选择排序

答案：D

（3）对 n 个不同的关键字由小到大进行冒泡排序，在下列（　　）情况下比较的次数最多。

A．从小到大排列好的　　B．从大到小排列好的

C．元素无序　　D．元素基本有序

答案：B

解释：对关键字进行冒泡排序，关键字逆序时比较次数最多。

（4）对 n 个不同的排序码进行冒泡排序，在元素无序的情况下比较的次数最多为（　　）。

A．n+1　　B．n　　C．n-1　　D．n(n-1)/2

答案：D

解释：比较次数最多时，第一次比较 n-1 次，第二次比较 n-2 次……最后一次比较 1 次，即(n-1)+(n-2)+…+1= n(n-1)/2。

（5）快速排序在下列（　　）情况下最易发挥其长处。

A．被排序的数据中含有多个相同排序码

B．被排序的数据已基本有序

C．被排序的数据完全无序

D．被排序的数据中的最大值和最小值相差悬殊

答案：C

解释：B 选项是快速排序的最坏情况。

（6）对 n 个关键字作快速排序，在最坏情况下，算法的时间复杂度是（　　）。

A．O(n)　　B．$O(n^2)$　　C．$O(n\log_2 n)$　　D．$O(n^3)$

答案：B

解释：快速排序的平均时间复杂度为 $O(n\log_2 n)$，但在最坏情况下，即关键字基本排好序的情况下，时间复杂度为 $O(n^2)$。

（7）若一组记录的排序码为（46, 79，56，38，40，84），则利用快速排序的方法，以第一个记录为基准得到的一次划分结果为（　　）。

A．38，40，46，56，79，84　　B．40，38，46，79，56，84

C．40，38，46，56，79，84　　D．40，38，46，84，56，79

答案：C

（8）下列关键字序列中，（　　）是堆。

A．16，72，31，23，94，53　　B．94，23，31，72，16，53

C．16，53，23，94，31，72　　D．16，23，53，31，94，72

答案：D

解释：D 选项为小根堆

（9）堆是一种（　　）排序。

A．插入　　B．选择　　C．交换　　D．归并

答案：B

（10）堆的形状是一棵（　　）。

A．二叉排序树　　B．满二叉树　　C．完全二叉树　　D．平衡二叉树

答案：C

（11）若一组记录的排序码为（46，79，56，38，40，84），则利用堆排序的方法建立的初始堆为（　　）。

A．79，46，56，38，40，84　　B．84，79，56，38，40，46

C．84，79，56，46，40，38　　D．84，56，79，40，46，38

答案：B

（12）下述几种排序方法中，要求内存最大的是（　　）。

A．希尔排序　　B．快速排序　　C．归并排序　　D．堆排序

答案：C

解释：堆排序、希尔排序的空间复杂度为 O(1)，快速排序的空间复杂度为 $O(\log_2 n)$，归并排序的空间复杂度为 O(n)。

（13）下述几种排序方法中，（　　）是稳定的排序方法。

A．希尔排序　　B．快速排序　　C．归并排序　　D．堆排序

答案：C

解释：不稳定排序有希尔排序、简单选择排序、快速排序、堆排序；稳定排序有直接插入排序、折半插入排序、冒泡排序、归并排序、基数排序。

（14）数据表中有 10000 个元素，如果仅要求求出其中最大的 10 个元素，则采用(　　)算法最节省时间。

A．冒泡排序　　B．快速排序　　C．简单选择排序　　D．堆排序

答案：D

（15）下列排序算法中，（　　）不能保证每趟排序至少能将一个元素放到其最终的位置上。

A．希尔排序　　B．快速排序　　C．冒泡排序　　D．堆排序

答案：A

解释：快速排序的每趟排序能将作为枢轴的元素放到最终位置；冒泡排序的每趟排序

能将最大或最小的元素放到最终位置；堆排序的每趟排序能将最大或最小的元素放到最终位置。

2．应用题

（1）设待排序的关键字序列为{12，2，16，30，28，10，16*，20，6，18}，试分别写出使用以下排序方法，每趟排序结束后关键字序列的状态。

① 直接插入排序

② 折半插入排序

③ 希尔排序（增量选取 5，3，1）

④ 冒泡排序

⑤ 快速排序

⑥ 简单选择排序

⑦ 堆排序

⑧ 二路归并排序

答案：

①直接插入排序

[2 12] 16 30 28 10 16* 20 6 18

[2 12 16] 30 28 10 16* 20 6 18

[2 12 16 30] 28 10 16* 20 6 18

[2 12 16 28 30] 10 16* 20 6 18

[2 10 12 16 28 30] 16* 20 6 18

[2 10 12 16 16* 28 30] 20 6 18

[2 10 12 16 16* 20 28 30] 6 18

[2 6 10 12 16 16* 20 28 30] 18

[2 6 10 12 16 16* 18 20 28 30]

② 折半插入排序 排序过程同①

③ 希尔排序（增量选取 5，3，1）

10 2 16 6 18 12 16* 20 30 28 （增量选取 5）

6 2 12 10 18 16 16* 20 30 28 （增量选取 3）

2 6 10 12 16 16* 18 20 28 30 （增量选取 1）

④ 冒泡排序

2 12 16 28 10 16* 20 6 18 [30]

2 12 16 10 16* 20 6 18 [28 30]

2 12 10 16 16* 6 18 [20 28 30]

2 10 12 16 6 16* [18 20 28 30]

2 10 12 6 16 [16* 18 20 28 30]

2 10 6 12 [16 16* 18 20 28 30]
2 6 10 [12 16 16* 18 20 28 30]
2 6 10 12 16 16* 18 20 28 30]

⑤ 快速排序

12 [6 2 10] **12** [28 30 16* 20 16 18]
6 [2] **6** [10] 12 [28 30 16* 20 16 18]
28 2 6 10 12 [18 16 16* 20] **28** [30]
18 2 6 10 12 [16* 16] **18** [20] 28 30
16* 2 6 10 12 16* [16] 18 20 28 30
左子序列递归深度为 1，右子序列递归深度为 3

⑥ 简单选择排序

2 [12 16 30 28 10 16* 20 6 18]
2 6 [16 30 28 10 16* 20 12 18]
2 6 10 [30 28 16 16* 20 12 18]
2 6 10 12 [28 16 16* 20 30 18]
2 6 10 12 16 [28 16* 20 30 18]
2 6 10 12 16 16* [28 20 30 18]
2 6 10 12 16 16* 18 [20 30 28]
2 6 10 12 16 16* 18 20 [28 30]
2 6 10 12 16 16* 18 20 28 [30]

⑧ 二路归并排序

2 12 16 30 10 28 16 * 20 6 18
2 12 16 30 10 16* 20 28 6 18
2 10 12 16 16* 20 28 30 6 18
2 6 10 12 16 16* 18 20 28 30

（2）给出如下关键字序列｛321，156，57，46，28，7，331，33，34，63｝，试按链式基数排序方法，列出每一趟分配和收集的过程。

答案：

按最低位优先法 →321→156→57→46→28→7→331→33→34→63

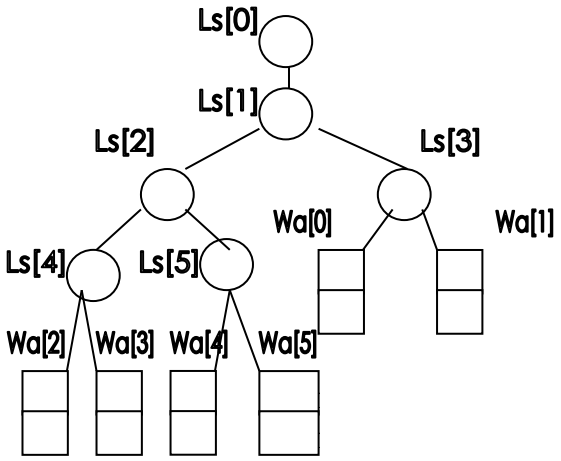
分配 [0] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9]
321 33 34 156 57 28
331 63 46 7

收集 →321→331→33→63→34→156→46→57→7→28

（3）对输入文件（101，51，19，61，3，71，31，17，19，100，55，20，9，30，50，6，90）；当 k=6 时，使用置换-选择算法，写出建立的初始败者树及生成的初始归并段。

答案：

初始败者树



初始归并段：R_1:3,19,31,51,61,71,100,101

R_2:9,17,19,20,30,50,55,90

R_3:6

3．算法设计题

（1）试以单链表为存储结构，实现简单选择排序算法。

[算法描述]：

```
void LinkedListSelectSort(LinkedList head)
//本算法一趟找出一个关键字最小的结点，其数据和当前结点进行交换;若要交换指针，则须记下
//当前结点和最小结点的前驱指针
  p=head->next;
  while(p!=null)
      {q=p->next;  r=p;     //设 r 是指向关键字最小的结点的指针
       while (q!=null)
        {if(q->data<r->data) r=q;
     q:=q->next;
    }
       if(r!=p)  r->data<-->p->data;
       p=p->next;
      }
```

（2）有 n 个记录存储在带头结点的双向链表中，现用双向冒泡排序法对其按上升序进行排序，请写出这种排序的算法。（注：双向冒泡排序即相邻两趟排序向相反方向冒泡）。

[算法描述]：

```
typedef struct node
   { ElemType data;
     struct node *prior,*next;
   }node, *DLinkedList;
  void  TwoWayBubbleSort(DLinkedList la)
    //对存储在带头结点的双向链表 la 中的元素进行双向起泡排序。
    {int exchange=1;  // 设标记
     DLinkedList p,temp,tail;
     head=la          //双向链表头，算法过程中是向下起泡的开始结点
     tail=null;       //双向链表尾，算法过程中是向上起泡的开始结点
     while (exchange)
      {p=head->next;     //p 是工作指针，指向当前结点
       exchange=0;       //假定本趟无交换
       while (p->next!=tail)  // 向下（右）起泡，一趟有一最大元素沉底
        if (p->data>p->next->data) //交换两结点指针，涉及 6 条链
         {temp=p->next; exchange=1;//有交换
          p->next=temp->next;temp->next->prior=p //先将结点从链表上摘下
          temp->next=p; p->prior->next=temp;      //将 temp 插到 p 结点前
          temp->prior=p->prior; p->prior=temp;
          }
         else p=p->next; //无交换，指针后移
         tail=p; //准备向上起泡
         p=tail->prior;
        while (exchange && p->prior!=head)
        //向上（左）起泡，一趟有一最小元素冒出
          if (p->data<p->prior->data)        //交换两结点指针，涉及 6 条链
            {temp=p->prior; exchange=1;      //有交换
             p->prior=temp->prior;temp->prior->next=p;
             //先将 temp 结点从链表上摘下
             temp->prior=p; p->next->prior=temp; //将 temp 插到 p 结点后（右）
             temp->next=p->next; p->next=temp;
             }
           else p=p->prior;  //无交换，指针前移
        head=p;              //准备向下起泡
     }// while (exchange)
```

} //算法结束

（3）设有顺序放置的 n 个桶，每个桶中装有一粒砾石，每粒砾石的颜色是红，白，蓝之一。要求重新安排这些砾石，使得所有红色砾石在前，所有白色砾石居中，所有蓝色砾石居后，重新安排时对每粒砾石的颜色只能看一次，并且只允许交换操作来调整砾石的位置。

[题目分析]利用快速排序思想解决。由于要求“对每粒砾石的颜色只能看一次”，设 3 个指针 i，j 和 k，分别指向红色、白色砾石的后一位置和待处理的当前元素。从 k=n 开始，从右向左搜索，若该元素是兰色，则元素不动，指针左移（即 k-1）；若当前元素是红色砾石，分 i>=j（这时尚没有白色砾石）和 i<j 两种情况。前一情况执行第 i 个元素和第 k 个元素交换，之后 i+1；后一情况，i 所指的元素已处理过（白色），j 所指的元素尚未处理，应先将 i 和 j 所指元素交换，再将 i 和 k 所指元素交换。对当前元素是白色砾石的情况，也可类似处理。

为方便处理，将三种砾石的颜色用整数 1、2 和 3 表示。

[算法描述]:

```
void QkSort(rectype r[],int n) {
  //r 为含有 n 个元素的线性表，元素是具有红、白和兰色的砾石，用顺序存储结构存储，
  //本算法对其排序，使所有红色砾石在前，白色居中，兰色在最后。
  int i=1,j=1,k=n,temp;
  while (k!=j){
    while (r[k].key==3) k--;// 当前元素是兰色砾石，指针左移
    if (r[k].key==1)          // 当前元素是红色砾石
        if (i>=j){temp=r[k];r[k]=r[i];r[i]=temp; i++;}
                  //左侧只有红色砾石，交换 r[k]和 r[i]
        else     {temp=r[j];r[j]=r[i];r[i]=temp; j++;
                  //左侧已有红色和白色砾石，先交换白色砾石到位
                  temp=r[k];r[k]=r[i];r[i]=temp; i++;
                   //白色砾石（i 所指）和待定砾石（j 所指）
              }   //再交换 r[k]和 r[i]，使红色砾石入位。
  if (r[k].key==2)
        if (i<=j) { temp=r[k];r[k]=r[j];r[j]=temp; j++;}
                  // 左侧已有白色砾石，交换 r[k]和 r[j]
        else      { temp=r[k];r[k]=r[i];r[i]=temp; j=i+1;}
                  //i、j 分别指向红、白色砾石的后一位置
    }//while
   if (r[k]==2) j++;    /* 处理最后一粒砾石
   else if (r[k]==1) { temp=r[j];r[j]=r[i];r[i]=temp; i++; j++; }
   //最后红、白、兰色砾石的个数分别为: i-1;j-i;n-j+1
```

}//结束 QkSor 算法

[算法讨论]若将 j（上面指向白色）看作工作指针，将 r[1..j-1]作为红色，r[j..k-1]为白色，r[k..n]为兰色。从 j=1 开始查看，若 r[j]为白色，则 j=j+1；若 r[j]为红色，则交换 r[j]与 r[i]，且 j=j+1，i=i+1；若 r[j]为兰色，则交换 r[j]与 r[k];k=k-1。算法进行到 j>k 为止。

算法片段如下：

```
int i=1,j=1,k=n;
while(j<=k)
  if (r[j]==1)  //当前元素是红色
     {temp=r[i]; r[i]=r[j]; r[j]=temp; i++;j++; }
  else if (r[j]==2) j++;  //当前元素是白色
       else               //(r[j]==3  当前元素是兰色
         {temp=r[j]; r[j]=r[k]; r[k]=temp; k--; }
```

对比两种算法，可以看出，正确选择变量（指针）的重要性。

（4）编写算法，对 n 个关键字取整数值的记录序列进行整理，以使所有关键字为负值的记录排在关键字为非负值的记录之前，要求：

① 采用顺序存储结构，至多使用一个记录的辅助存储空间；

② 算法的时间复杂度为 O(n)。

[算法描述]

```
void  process (int A[n]){
  low = 0;
  high = n-1;
  while ( low<high ){
    while (low<high && A[low]<0)
    low++;
    while (low<high && A[high]>0)
    high++;
    if (low<high){
      x=A[low];
      A[low]=A[high];
      A[high]=x;
      low++;
      high--;
    }
  }
    return;
}
```

（5）借助于快速排序的算法思想，在一组无序的记录中查找给定关键字值等于 key 的记录。设此组记录存放于数组 r[l..n]中。若查找成功，则输出该记录在 r 数组中的位置及其值，否则显示“not find”信息。请简要说明算法思想并编写算法。

[题目分析]把待查记录看作枢轴，先由后向前依次比较，若小于枢轴，则从前向后，直到查找成功返回其位置或失败返回 0 为止。

[算法描述]

```
int index (RecType R[],int l,h,datatype key)
{int i=l,j=h;
 while (i<j)
    { while (i<=j && R[j].key>key) j--;
      if (R[j].key==key) return  j;
      while (i<=j && R[i].key<key) i++;
      if (R[i].key==key) return  i;
     }
    cout<<“Not find”; return  0;
 }//index
```

（6）有一种简单的排序算法，叫做计数排序。这种排序算法对一个待排序的表进行排序，并将排序结果存放到另一个新的表中。必须注意的是，表中所有待排序的关键字互不相同，计数排序算法针对表中的每个记录，扫描待排序的表一趟，统计表中有多少个记录的关键字比该记录的关键字小。假设针对某一个记录，统计出的计数值为 c，那么，这个记录在新的有序表中的合适的存放位置即为 c。

① 给出适用于计数排序的顺序表定义；

② 编写实现计数排序的算法；

③ 对于有 n 个记录的表，关键字比较次数是多少？

④ 与简单选择排序相比较，这种方法是否更好？为什么？

[算法描述]

①

```
typedef struct
   {int key;
    datatype info
   }RecType
```

②

```
void CountSort(RecType a[],b[],int n)
//计数排序算法，将 a 中记录排序放入 b 中
{for(i=0;i<n;i++) //对每一个元素
  {for(j=0,cnt=0;j<n;j++)
   if(a[j].key<a[i].key) cnt++; //统计关键字比它小的元素个数
   b[cnt]=a[i];
```

```
    }
}//Count_Sort
```

③ 对于有 n 个记录的表，关键码比较 n^2 次。

④ 简单选择排序算法比本算法好。简单选择排序比较次数是 n(n-1)/2,且只用一个交换记录的空间；而这种方法比较次数是 n^2，且需要另一数组空间。

[算法讨论]因题目要求“针对表中的每个记录，扫描待排序的表一趟”，所以比较次数是 n^2 次。若限制“对任意两个记录之间应该只进行一次比较”，则可把以上算法中的比较语句改为：

```
for(i=0;i<n;i++) a[i].count=0;//各元素再增加一个计数域，初始化为 0
for(i=0;i<n;i++)
for(j=i+1;j<n;j++)
if(a[i].key<a[j].key) a[j].count++; else a[i].count++;
```