数据结构作业报告

第 1 次

姓名	凌晨
班级	软件 2104 班
学号	2214414320
电话	18025402131
Email	lingchen47@outlook.com
日期	2022-09-29

目录

任务 1 3
任务 2 1
任务 3 3
任务 4 6
附录 10
任务 1 10
任务 2 15
任务 3 16
任务 4 18

任务 1

题目：

参照 Insertion 类的实现方式，为其他四个排序算法实现相对应的类类型。这些类类型中有可能需要相配合的成员方法，请同学们灵活处理。其中 Shell 排序中的间隔递减序列采用如下函数：

$$\begin{cases} h_1 = 1 \\ h_i = h_{i-1} * 3 \end{cases}$$

要求：

- 每个排序算法使用课堂上所讲授的步骤，不要对任何排序算法进行额外的优化；
- 对每个排序算法执行排序之后的数据可以调用 SortAlgorithm 类型中的成员方法 isSorted 进行测试，检查是否排序成功。

排序算法设计：

需要写 Selection、Shell、Quicksort 和 Mergesort 四种排序算法，书上讲述比较全面而且不需要进行额外的优化，下面我简要地按照自己的理解讲述。

Selection（选择排序）：
关键代码：

```
for (int i=0;i< arr.length;i++){
            int temp = i;
            for (int j=i;j<arr.length;j++){
                if (less(arr[j],arr[temp])){
                    temp = j;
                }
            }
```

通过两个循环完成排序。其中第一个循环是选择次数，第二个循环保证较大/较小的元素可以往前交换。

Shell（希尔排序）：
关键代码：

```
int temp = 1;
        while (temp*3<len){
            temp = temp*3;
        }
        for (int gap = temp;gap>0;gap /= 3){
            for (int i=gap;i<len;i++){
                for (int j= i;j>=gap&&less(arr[j],arr[j-gap]);j-
=gap){
                    exchange(arr,j,j-gap);
                }
            }
        }
```

希尔排序相当于多次有间隔的选择排序，从间隔较大的开始，起到了局部的排序，减少了排序的平均时间，再到间隔为 1 的，保证了该排序算法的有效性。
可以注意到，该间隔为 3 以及 3 的倍数，这会导致长度为 2 的排序失效，因此需要考虑长度为 2 的特殊情况。
我添加了以下代码：

```
if (len<3){
            new Selection().sort(arr);
            return;
        }
```

保证了 Shell 排序算法无论输入数组长度为何值都是正确的。

Quicksort（快速排序算法）：
快速排序通过“随机”选择一个数，交换，比较，再交换，最后子数组递归，保证了排序的准确性，而且相较于前面的排序算法，该算法时间复杂度大大提升至 O（nlogn）。具体代码在附录可见。

Mergesort（归并排序）：
这是经典的空间换取时间的排序算法。
关键方法如下：

```
private void mergeSort(Comparable[] arr,Comparable[] temArr, int left
,int right);
private void merge(Comparable[] arr,Comparable[] temArr, int leftPos,
int rightPos,int rightEnd);
```

其中 mergeSort 反复递归，merge 是用来合并两个子数组成为一个有序的父数组。
通过当子数组长度为 1 为边界条件保证了排序的准确性。

接下来就是测试编写的四种排序算法的正确性，我参考老师提供的 SortTest 编写了 Test 类，随机选择数据量，多次运行，其 isSorted 结果均为 true。
以下为测试结果：

```
这是 Insertion 测试：
数据量为 100,验证结果为：true
数据量为 1000,验证结果为：true
数据量为 10000,验证结果为：true
这是 Shell 测试：
数据量为 100,验证结果为：true
数据量为 1000,验证结果为：true
数据量为 10000,验证结果为：true
这是 Quicksort 测试：
数据量为 100,验证结果为：true
数据量为 1000,验证结果为：true
数据量为 10000,验证结果为：true
```

```
这是 Selection 测试：
数据量为 100,验证结果为：true
数据量为 1000,验证结果为：true
数据量为 10000,验证结果为：true
这是 Mergesort 测试：
数据量为 100,验证结果为：true
数据量为 1000,验证结果为：true
数据量为 10000,验证结果为：true

Process finished with exit code 0
```

任务 2

题目：

完成对每一个排序算法在数据规模为：2^8、2^9、2^{10}、……、2^{16} 的均匀分布的随机数据的排序时间统计。

要求：

- 在同等规模的数据量下，要做 T 次运行测试，用平均值做为此次测试的结果，用以排除因数据的不同和机器运行当前的状态等因素造成的干扰；（在 SortTest 类型的 test 方法参数中有对每次数据规模下的测试次数的指定）
- 将所有排序算法的运行时间结果用图表的方式进行展示，X 轴代表数据规模，Y 轴代表运行时间。（如果因为算法之间运行时间差异过大而造成显示上的问题，可以通过将运行时间使用取对数的方式调整比例尺）
- 对实验的结果进行总结：从一个算法的运行时间变化趋势和数据规模的变化角度，从同样的数据规模下不同算法的时间相对差异上等角度进行阐述。

将老师提供的 SortTest 进行了如下更改：
1.根据数据改变了数据量数组；
2.输出文字进行改变

测试结果（时间单位为 ns）如下：

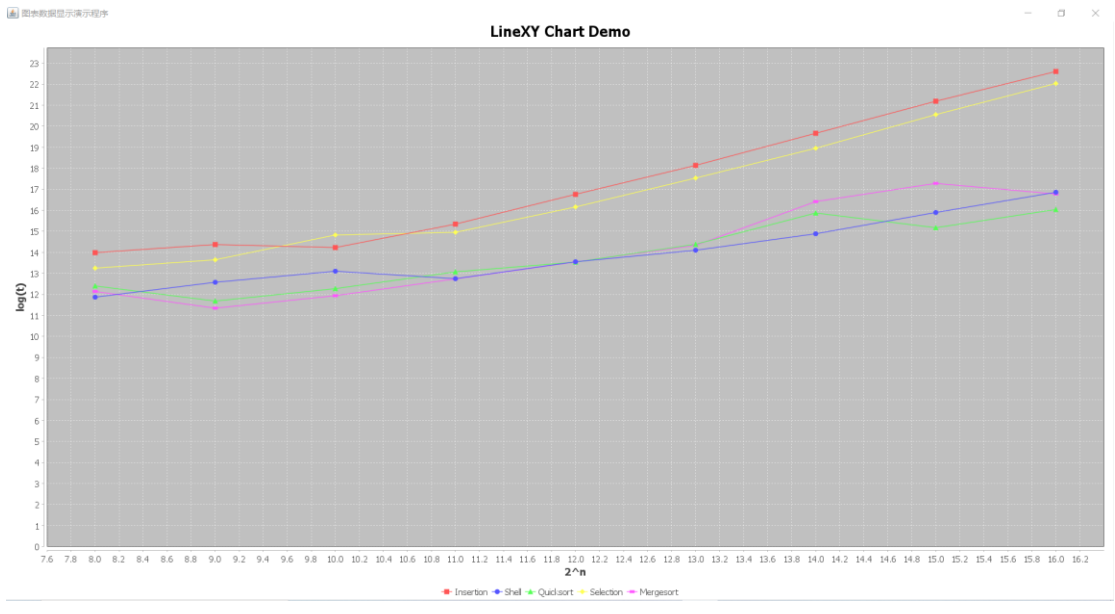
```
这是 Insertion 测试：
数据量 2^8,5 次平均 1322680.0000
 数据量 2^9,5 次平均 1468760.0000
 数据量 2^10,5 次平均 2458300.0000
 数据量 2^11,5 次平均 4726600.0000
 数据量 2^12,5 次平均 18527580.0000
 数据量 2^13,5 次平均 74433980.0000
 数据量 2^14,5 次平均 357883060.0000
 数据量 2^15,5 次平均 1593175460.0000
 数据量 2^16,5 次平均 6490592300.0000
 这是 Shell 测试：
数据量 2^8,5 次平均 153680.0000
 数据量 2^9,5 次平均 311600.0000
 数据量 2^10,5 次平均 405260.0000
 数据量 2^11,5 次平均 352040.0000
 数据量 2^12,5 次平均 841920.0000
 数据量 2^13,5 次平均 1360680.0000
 数据量 2^14,5 次平均 2785880.0000
 数据量 2^15,5 次平均 7956360.0000
 数据量 2^16,5 次平均 20619880.0000
```

```
这是 Quicksort 测试:
数据量 2^8,5 次平均 225160.0000
数据量 2^9,5 次平均 118000.0000
数据量 2^10,5 次平均 241120.0000
数据量 2^11,5 次平均 473040.0000
数据量 2^12,5 次平均 759900.0000
数据量 2^13,5 次平均 1666420.0000
数据量 2^14,5 次平均 6832760.0000
数据量 2^15,5 次平均 4231260.0000
数据量 2^16,5 次平均 9369600.0000
这是 Selection 测试:
数据量 2^8,5 次平均 599240.0000
数据量 2^9,5 次平均 783020.0000
数据量 2^10,5 次平均 2269340.0000
数据量 2^11,5 次平均 2438100.0000
数据量 2^12,5 次平均 8725240.0000
数据量 2^13,5 次平均 33024260.0000
数据量 2^14,5 次平均 141893780.0000
数据量 2^15,5 次平均 701216720.0000
数据量 2^16,5 次平均 3065605780.0000
这是 Mergesort 测试:
数据量 2^8,5 次平均 145160.0000
数据量 2^9,5 次平均 71820.0000
数据量 2^10,5 次平均 154580.0000
数据量 2^11,5 次平均 343920.0000
数据量 2^12,5 次平均 729580.0000
数据量 2^13,5 次平均 1674500.0000
数据量 2^14,5 次平均 14065500.0000
数据量 2^15,5 次平均 29093740.0000
数据量 2^16,5 次平均 21794940.0000

Process finished with exit code 0
```

（数据具有随机性，下面的图像与上面数据不符合）

画出的图像如图所示：



总结：

1.所有算法的运行时间随着数据量的增大均体现出增长的趋势，但是增长的速度不同，可以看出 Insertion 和 Selection 算法的增长速度相似，Shell，Quicksort，Mergesort 增长速度相似，而且前两个算法增长速度大于后三个算法速度。

2.从运行时间的绝对值来讲，出现了两个拐点，第一个拐点是数据量为 2^11 时，不同增长速度的算法开始分开，运行时间相差较大。第二个拐点时数据量为 2^13 时，这时候增长速度相似的算法也开始波动了，这就与算法的具体实现过程有着密切的关系，比如虽然理论值 Mergesort 和 Quicksort 的运行时间应该小于 Shell，但是实际上并没有多大的差距，这就表明在分配空间和递归的耗时抵消了算法上的优势。

任务 3

题目：完成对每一个排序算法在数据规模为：2^8、2^9、2^10、……、2^16 的 k-有序的随机数据的排序时间的统计。(k-有序数据序列有时也被称为近似有序的数据序列)

要求：

在同等规模的数据量下，要做 T 次运行测试，用平均值做为此次测试的结果，用以排除因数据的不同和机器运行当前的状态等因素造成的干扰；

在该任务中除了有数据规模的变化外，还有一个可变因子 k，请同学们针对不同的 k 也做一次测试设计。

将所有排序算法的运行时间结果用图表的方式进行展示，X 轴代表数据规模，Y 轴代表运行时间。(如果因为算法之间运行时间差异过大而造成显示上的问题，可以通过将运行时间使用取对数的方式调整比例尺)

对实验的结果进行总结，要求同任务 2

代码：对任务二中的稍作修改即可；

数据（时间单位为 ns）如下：

k=5

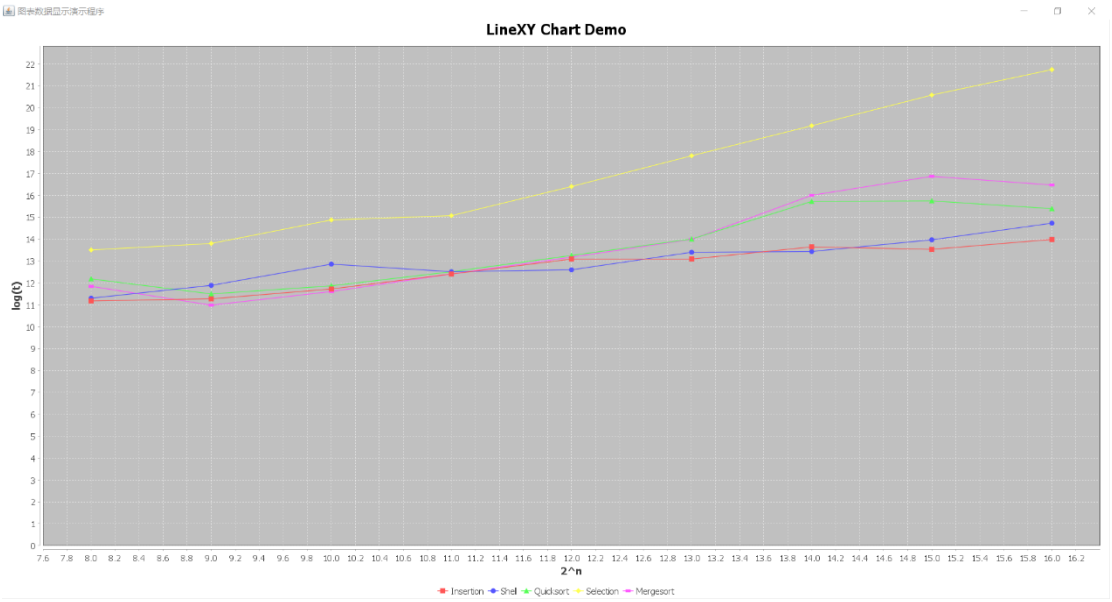
```
1.  这是 Insertion 测试：
2.  数据量 2^8,5 次平均 70240.0000
3.   数据量 2^9,5 次平均 73040.0000
4.   数据量 2^10,5 次平均 119780.0000
5.   数据量 2^11,5 次平均 228200.0000
6.   数据量 2^12,5 次平均 465260.0000
7.   数据量 2^13,5 次平均 276200.0000
8.   数据量 2^14,5 次平均 422700.0000
9.   数据量 2^15,5 次平均 668580.0000
10.  数据量 2^16,5 次平均 926340.0000
11.  这是 Shell 测试：
12. 数据量 2^8,5 次平均 81920.0000
13.  数据量 2^9,5 次平均 146000.0000
14.  数据量 2^10,5 次平均 385620.0000
```

```
15.  数据量 2^11,5 次平均 290640.0000
16.  数据量 2^12,5 次平均 293740.0000
17.  数据量 2^13,5 次平均 668400.0000
18.  数据量 2^14,5 次平均 629120.0000
19.  数据量 2^15,5 次平均 1305220.0000
20.  数据量 2^16,5 次平均 2659820.0000
21.  这是 Quicksort 测试:
22. 数据量 2^8,5 次平均 209900.0000
23.  数据量 2^9,5 次平均 96180.0000
24.  数据量 2^10,5 次平均 135320.0000
25.  数据量 2^11,5 次平均 288840.0000
26.  数据量 2^12,5 次平均 629000.0000
27.  数据量 2^13,5 次平均 1351740.0000
28.  数据量 2^14,5 次平均 3531480.0000
29.  数据量 2^15,5 次平均 2995280.0000
30.  数据量 2^16,5 次平均 7122440.0000
31.  这是 Selection 测试:
32. 数据量 2^8,5 次平均 738000.0000
33.  数据量 2^9,5 次平均 1435820.0000
34.  数据量 2^10,5 次平均 3447300.0000
35.  数据量 2^11,5 次平均 3149240.0000
36.  数据量 2^12,5 次平均 10804340.0000
37.  数据量 2^13,5 次平均 43137980.0000
38.  数据量 2^14,5 次平均 174787920.0000
39.  数据量 2^15,5 次平均 700124900.0000
40.  数据量 2^16,5 次平均 2294058560.0000
41.  这是 Mergesort 测试:
42. 数据量 2^8,5 次平均 139540.0000
43.  数据量 2^9,5 次平均 60960.0000
44.  数据量 2^10,5 次平均 107560.0000
45.  数据量 2^11,5 次平均 230620.0000
46.  数据量 2^12,5 次平均 516120.0000
47.  数据量 2^13,5 次平均 1193680.0000
48.  数据量 2^14,5 次平均 7410920.0000
49.  数据量 2^15,5 次平均 21259640.0000
50.  数据量 2^16,5 次平均 8129380.0000
51.
52. Process finished with exit code 0
```

(数据具有随机性，下面图像与上面数据不一致)

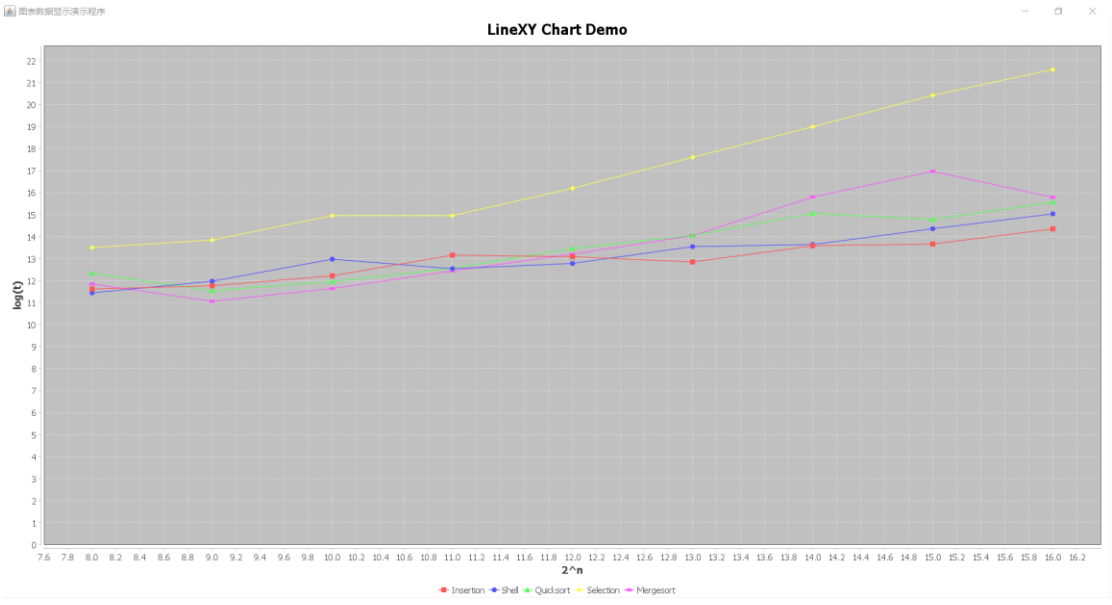
图像:

k=5

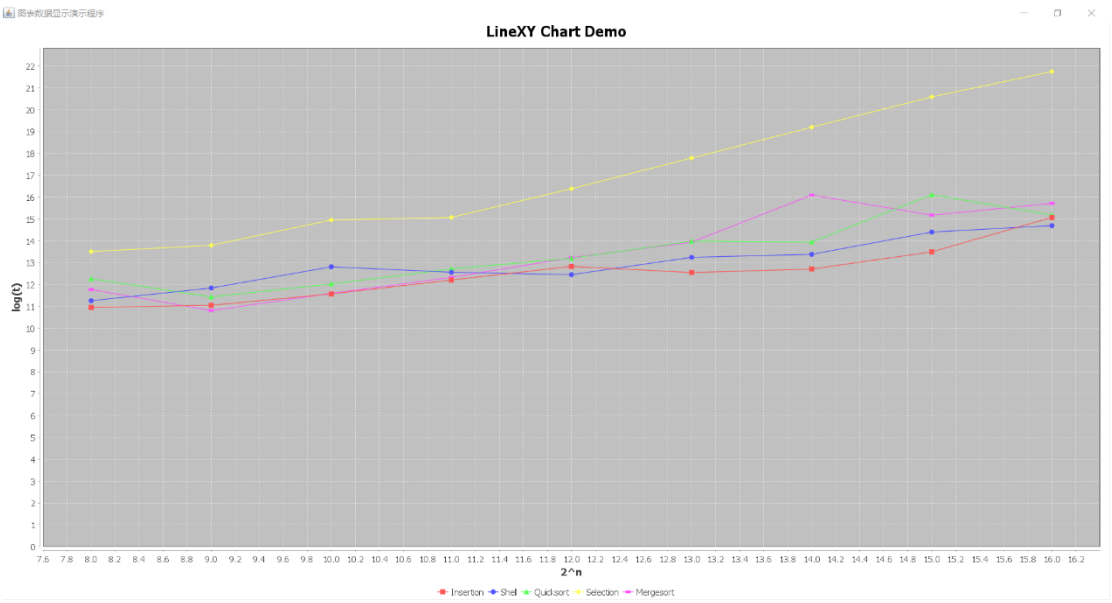


（k=10 和 k=3 的数据不再给出，下面是图像）

k=10



k=3



取值不同的 k，可以发现，k-序列排序对五种排序算法均有一定程度的影响。大大增加了 Selection 排序算法的排序时间。而大幅度减少了 Insertion 排序算法的排序时间。随着 k 值的增大可以看出，Selection 排序算法排序时间增长，Mergesort 和 Quicksort 在数据量较大时（2^15 左右）小幅度影响。

任务 4

题目：

完成了任务 2 和任务 3 之后，现要求为 GenerateData 类型再增加一种数据序列的生成方法，该方法要求生成分布不均匀数据序列：1/2 的数据是 0，1/4 的数据是 1，1/8 的数据是 2 和 1/8 的数据是 3。对这种分布不均匀的数据完成类似任务 2 的运行测试，检查这样的数据序列对于排序算法的性能影响。要求同任务 2。（此时，可以将任务 2、任务 3 和任务 4 的运行测试结果做一个纵向比较，用以理解数据序列分布的不同对同一算法性能的影响，如果能从每个排序算法的过程去深入分析理解则更好。

代码：

生成不均匀数据序列

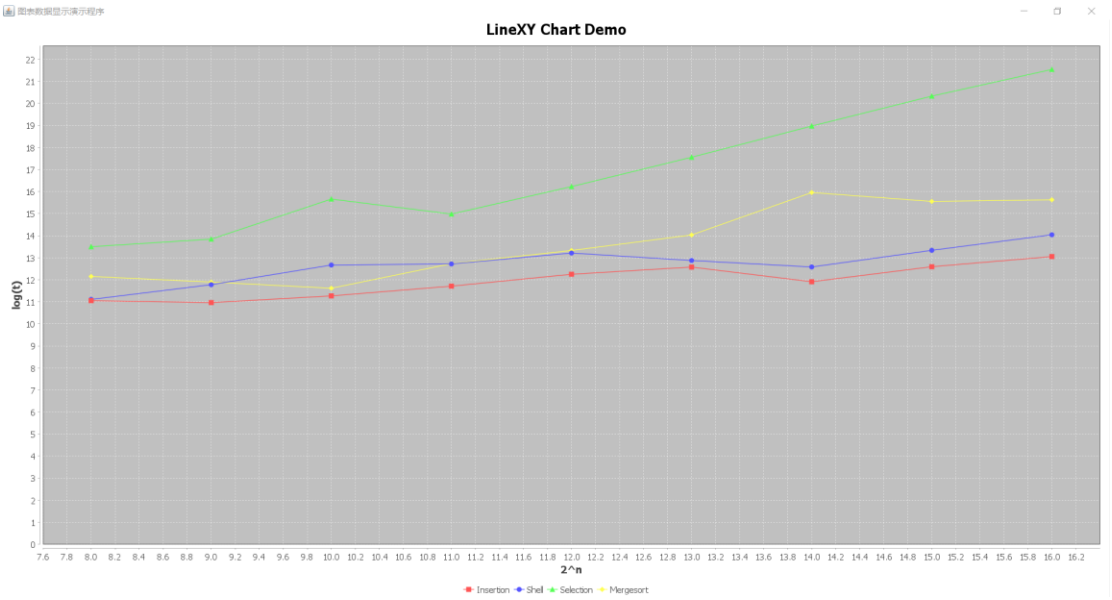
```
1.  public static Double[] getRandomData2(int N){
2.          Double[] numbers = new Double[N];
3.          for(int i = 0; i < N/2; i++)
4.              numbers[i] = 0.0;
5.          for(int i = N/2; i < 3*N/4; i++)
```

```
            numbers[i] = 1.0;
        for(int i = 3*N/4; i < 7*N/8; i++)
            numbers[i] = 2.0;
        for(int i = 7*N/8; i < N; i++)
            numbers[i] = 3.0;
        shuffle(numbers,0, numbers.length-1);
        return numbers;
    }
```

测试类与任务 2，3 的基本一致，不再放出。

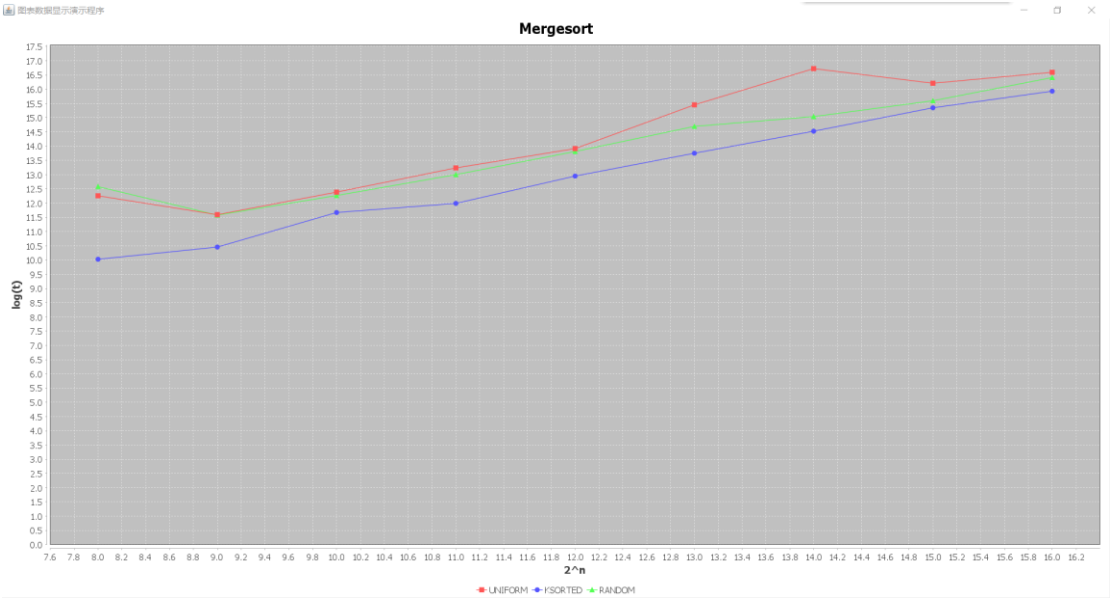
需要提示的是，这种不均匀序列，我电脑会出现无法（极偶然可以）跑出 Quicksort 排序算法的结果。足以说明该不均匀序列对 Quicksort 的“不友好”。

因此 Quicksort 数据不再给出，图像如下：



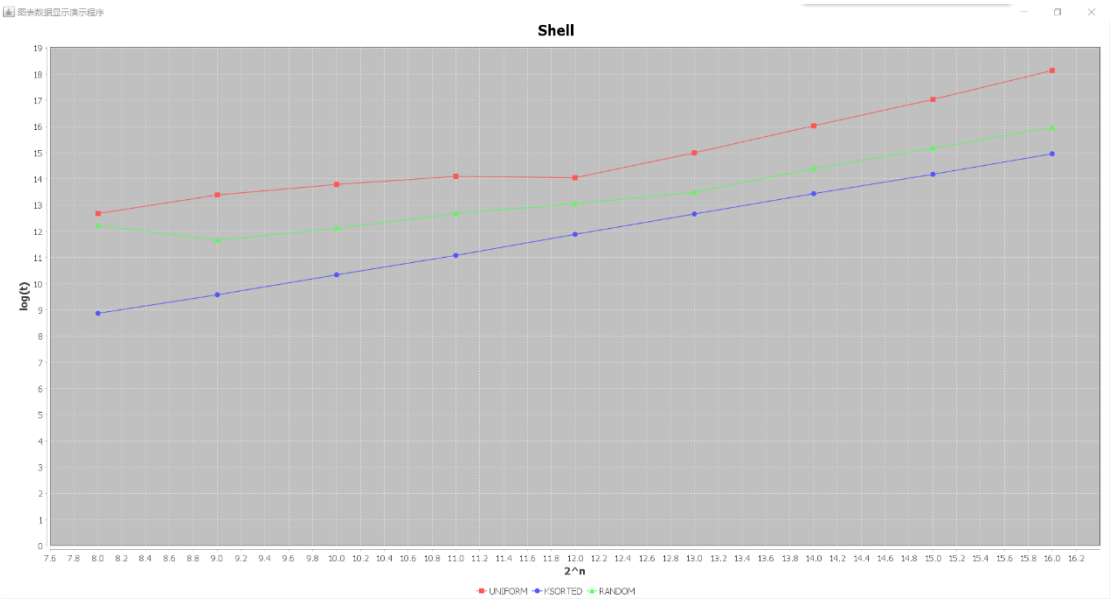
下面将进行五种排序算法的纵向比较。

Mergesort



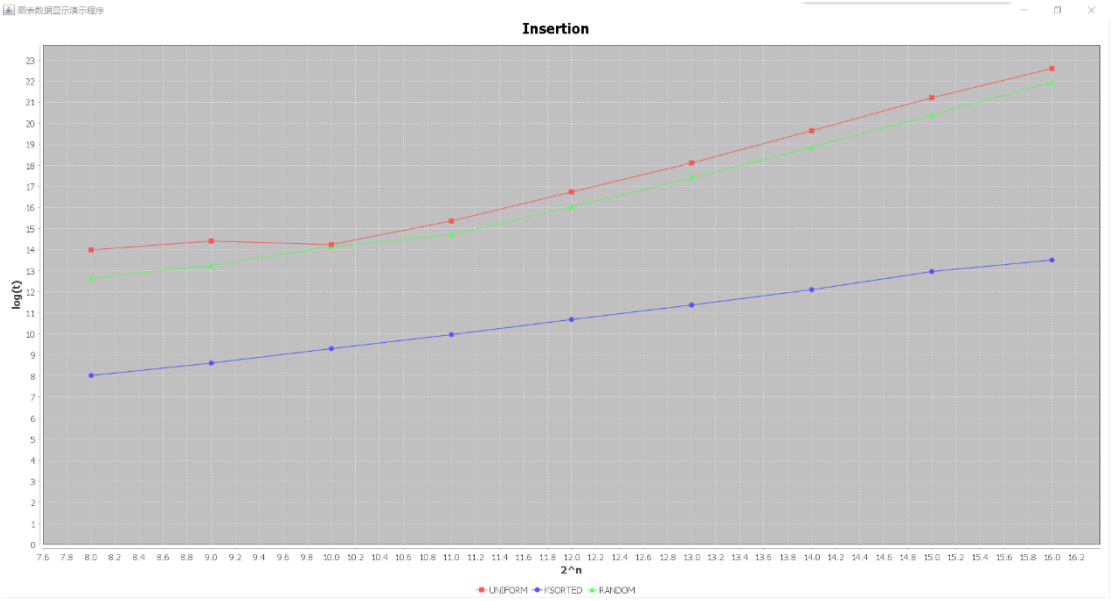
可以看出来，当数据量增大时，不同序列的 Mergesort 的运行时间逐渐接近，这与该算法的实现密切相关，因为 Mergesort 的最好、最坏、平均时间均为 O（nlogn）。

Shell



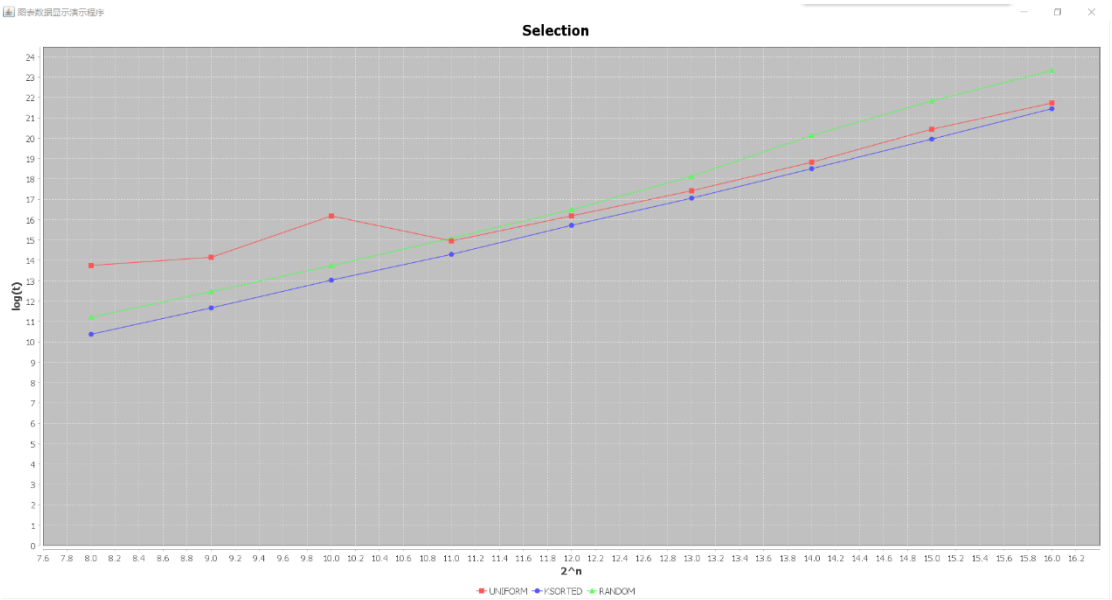
可以看出，Shell 排序算法在 k-有序数据序列（近似有序的数据序列）用时明显减少，而该算法在完全随机序列用时最多。这是因为 Shell 算法先进行局部排序，最后一趟相当于 Insert 排序，因此排序序列越近似有序，该算法用时越少。

Insertion



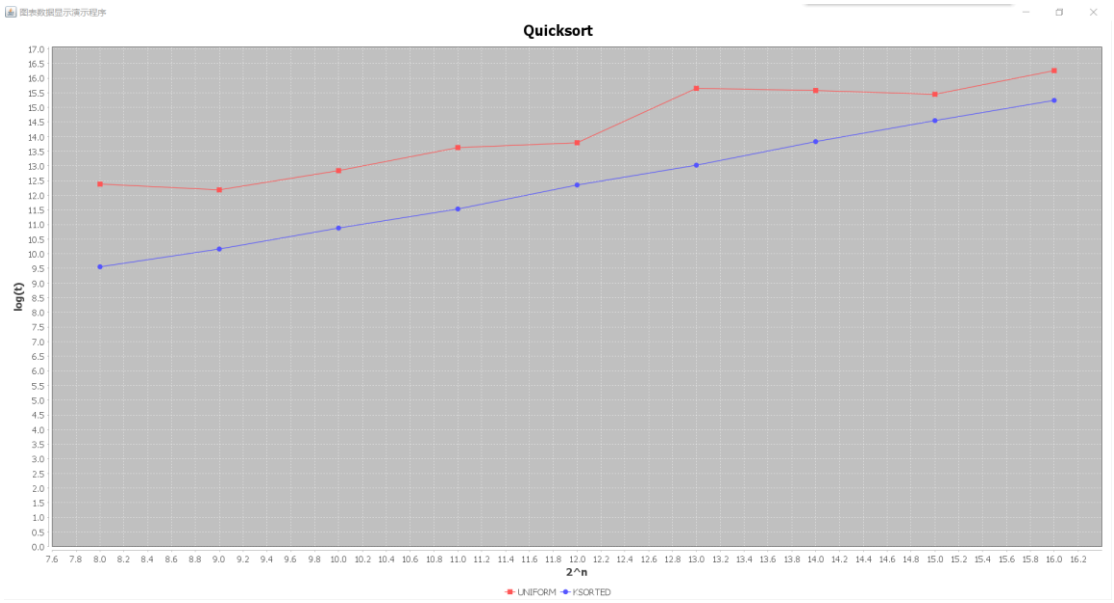
在 k-有序数据序列（近似有序的数据序列）下用时远远小于其余两项。这与 Insertion 实现方式有关。耗时主要是因为 Insertion 在排序时有着大量交换，在 k-有序数据序列每项数据离其正确位置相差不大，因此交换次数少，用时少。而在完全随机序列和不均匀序列中，每项顺序离其正确位置不确定，达到了运行平均时间 O(n^2)。

Selection



总体而言，三个序列曲线比较吻合，这是因为 Selection 无论序列特征如何，均要遍历序列找到最小值，次小值……因此，耗时在序列数值的比较，平均时间为 O(n^2)。

Quicksort



因为不均匀序列无法跑出结果，因此没有加入到图像之中。快速排序通过“随机”选择数值进行划分，在我编写的代码中“随机”的数字是中间值，因此在完全随机和 k-有序数据序列中运行时间没有明显的差异。但如果“随机”的数字为前面，会导致在 k-有序数据序列出现较差的情况，这是“随机”选择的数值不足以平均划分序列，导致运行时间大大增加。

而不均匀序列无法跑出结果，初步判断为爆栈，因为不均匀序列有大量重复的数值，而且按照一定比例，因此“随机”出来的数值无法平均划分序列的情况大大增加，而且我没有进行任何优化，递归耗时较大，层数较深，导致无法运行出结果。

附录

任务 1

QuickSork:

```
1.  public class Quicksort extends SortAlgorithm {
2.      @Override
3.      public void sort(Comparable[] objs) {
4.          quicksort(objs,0,objs.length-1);
5.      }
6.      private void quicksort(Comparable[] arr, int start, int end){
7.          int pickIndex = (start+end)/2;
8.          exchange(arr,pickIndex,end);
9.          int sortIndex = partition(arr,start,end-1,end);
10.         exchange(arr,sortIndex,end);
```

```
        if ((sortIndex-start)>1){
            quicksort(arr,start,sortIndex-1);
        }
        if ((end-sortIndex)>1){
            quicksort(arr,sortIndex,end);
        }
    }
    private int partition(Comparable[] arr, int start, int end, int pivot){
        do{
            while (less(arr[start],arr[pivot])){
                start++;
            };
            while (end!=0&&less(arr[pivot],arr[end])){
                end--;
            };
            exchange(arr,start,end);
        }while (start<end);
        exchange(arr,start,end);
        return start;
    }
}
```

Selection

```
public class Selection extends SortAlgorithm {
    @Override
    public void sort(Comparable[] arr) {
        for (int i=0;i< arr.length;i++){
            int temp = i;
            for (int j=i;j<arr.length;j++){
                if (less(arr[j],arr[temp])){
                    temp = j;
                }
            }
            exchange(arr,i,temp);
        }
    }
}
```

Shell

```
public class Shell extends SortAlgorithm {
    @Override
    public void sort(Comparable[] arr) {
        int len = arr.length;
        if (len<3){
            new Selection().sort(arr);
```

```
            return;
        }
        int temp = 1;
        while (temp*3<len){
            temp = temp*3;
        }
        for (int gap = temp;gap>0;gap /= 3){
            for (int i=gap;i<len;i++){
                for (int j= i;j>=gap&&less(arr[j],arr[j-gap]);j-=gap){
                    exchange(arr,j,j-gap);
                }
            }
        }
    }
}
```

Mergesort

```
public class Mergesort extends SortAlgorithm {
    @Override
    public void sort(Comparable[] arr) {
        Comparable[] temArr = new Comparable[arr.length];
        mergeSort(arr,temArr,0, arr.length-1);
    }
    private void mergeSort(Comparable[] arr,Comparable[] temArr, int left,int right){
        if (left<right){
            int center = (left+right)/2;
            mergeSort(arr,temArr,left,center);
            mergeSort(arr,temArr,center+1,right);
            merge(arr,temArr,left,center+1,right);
        }
    }
    private void merge(Comparable[] arr,Comparable[] temArr, int leftPos,int rightPos,int rightEnd){
        int leftEnd = rightPos-1;
        int tmpPos = leftPos;
        int numElements = rightEnd - leftPos + 1;

        while (leftPos<=leftEnd&&rightPos<=rightEnd){
            if (less(arr[leftPos],arr[rightPos])){
                temArr[tmpPos++]=arr[leftPos++];
            }
            else {
                temArr[tmpPos++]=arr[rightPos++];
            }
```

```
        }

        while (leftPos<=leftEnd){
            temArr[tmpPos++]=arr[leftPos++];
        }
        while (rightPos<=rightEnd){
            temArr[tmpPos++]=arr[rightPos++];
        }

        for (int i=1;i<=numElements;i++,rightEnd--){
            arr[rightEnd] = temArr[rightEnd];
        }
    }
}
```

Test

```
public class Test {
    public static boolean judge(SortAlgorithm alg, Double[] numbers){

        alg.sort(numbers);
        return alg.isSorted(numbers);
    }
    public static boolean test(SortAlgorithm alg, int dataProbability
Type, int dataLength, int k, int T)
    {
        boolean flag = true;
        Double[] numbers = null;
        for(int i = 0; i < T; i++) {
            switch(dataProbabilityType){
                case GenerateData.UNIFORM -> numbers = GenerateData.g
etRandomData(dataLength);
            }
            flag = flag&&judge(alg,numbers);
        }
        return flag;
    }
    public static void main(String[] args) {
        int[] dataLength = {100, 1000, 10000};
        boolean[] judgeSort = new boolean[dataLength.length];
        SortAlgorithm alg = new Insertion();
        System.out.println("这是 Insertion 测试: ");
        for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
            judgeSort[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength
[i], 0, 5);
        for (int i=0;i<dataLength.length;i++){
```

```
26.             System.out.printf("数据量为%d,验证结果
    为：%b%n",dataLength[i],judgeSort[i]);
27.         }
28.         alg = new Shell();
29.         System.out.println("这是 Shell 测试：");
30.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
31.             judgeSort[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength
    [i], 0, 5);
32.         for (int i=0;i<dataLength.length;i++){
33.             System.out.printf("数据量为%d,验证结果
    为：%b%n",dataLength[i],judgeSort[i]);
34.         }
35.         alg = new Quicksort();
36.         System.out.println("这是 Quicksort 测试：");
37.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
38.             judgeSort[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength
    [i], 0, 5);
39.         for (int i=0;i<dataLength.length;i++){
40.             System.out.printf("数据量为%d,验证结果
    为：%b%n",dataLength[i],judgeSort[i]);
41.         }
42.         alg = new Selection();
43.         System.out.println("这是 Selection 测试：");
44.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
45.             judgeSort[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength
    [i], 0, 5);
46.         for (int i=0;i<dataLength.length;i++){
47.             System.out.printf("数据量为%d,验证结果
    为：%b%n",dataLength[i],judgeSort[i]);
48.         }
49.         alg = new Mergesort();
50.         System.out.println("这是 Mergesort 测试：");
51.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
52.             judgeSort[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength
    [i], 0, 5);
53.         for (int i=0;i<dataLength.length;i++){
54.             System.out.printf("数据量为%d,验证结果
    为：%b%n",dataLength[i],judgeSort[i]);
55.         }
56.     }
57. }
```

任务 2

Test2

```
1.  public class Test2 {
2.      public static double time(SortAlgorithm alg, Double[] numbers){
3.          double start = System.nanoTime();
4.          alg.sort(numbers);
5.          double end = System.nanoTime();
6.          return end - start;
7.      }
8.      public static double test(SortAlgorithm alg, int dataProbabilityT
    ype, int dataLength, int k, int T)
9.      {
10.         double totalTime = 0;
11.         Double[] numbers = null;
12.         for(int i = 0; i < T; i++) {
13.             switch(dataProbabilityType){
14.                 case GenerateData.UNIFORM -> numbers = GenerateData.g
    etRandomData(dataLength);
15.                 case GenerateData.KSORTED -> numbers = GenerateData.g
    etKSortedData(dataLength, k);
16.             }
17.             totalTime += time(alg, numbers);
18.         }
19.         return totalTime/T;
20.     }
21.     public static void main(String[] args) {
22.         int[] dataLength = {256,512,1024,2048,4096,8192,16384,32768,6
    5536};
23.         double[] elapsedTime = new double[dataLength.length];
24.         SortAlgorithm alg = new Insertion();
25.         System.out.println("这是 Insertion 测试: ");
26.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
27.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLeng
    th[i], 0, 5);
28.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
29.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
30.         alg = new Shell();
31.         System.out.println("这是 Shell 测试: ");
32.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
33.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLeng
    th[i], 0, 5);
34.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
```

```
            System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
        alg = new Quicksort();
        System.out.println("这是 Quicksort 测试: ");
        for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
            elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength[i], 0, 5);
        for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
            System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
        alg = new Selection();
        System.out.println("这是 Selection 测试: ");
        for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
            elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength[i], 0, 5);
        for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
            System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
        alg = new Mergesort();
        System.out.println("这是 Mergesort 测试: ");
        for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
            elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.UNIFORM, dataLength[i], 0, 5);
        for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
            System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
    }
}
```

任务 3

Test3

```
public class Test2 {
    public static double time(SortAlgorithm alg, Double[] numbers){
        double start = System.nanoTime();
        alg.sort(numbers);
        double end = System.nanoTime();
        return end - start;
    }
    public static double test(SortAlgorithm alg, int dataProbabilityType, int dataLength, int k, int T)
    {
        double totalTime = 0;
        Double[] numbers = null;
```

```
12.         for(int i = 0; i < T; i++) {
13.             switch(dataProbabilityType){
14.                 case GenerateData.UNIFORM -> numbers = GenerateData.g
    etRandomData(dataLength);
15.                 case GenerateData.KSORTED -> numbers = GenerateData.g
    etKSortedData(dataLength, k);
16.             }
17.             totalTime += time(alg, numbers);
18.         }
19.         return totalTime/T;
20.     }
21.     public static void main(String[] args) {
22.         int[] dataLength = {256,512,1024,2048,4096,8192,16384,32768,6
    5536};
23.         double[] elapsedTime = new double[dataLength.length];
24.         SortAlgorithm alg = new Insertion();
25.         System.out.println("这是 Insertion 测试: ");
26.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
27.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.KSORTED, dataLeng
    th[i], 5, 5);
28.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
29.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
30.         alg = new Shell();
31.         System.out.println("这是 Shell 测试: ");
32.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
33.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.KSORTED, dataLeng
    th[i], 5, 5);
34.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
35.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
36.         alg = new Quicksort();
37.         System.out.println("这是 Quicksort 测试: ");
38.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
39.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.KSORTED, dataLeng
    th[i], 5, 5);
40.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
41.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
42.         alg = new Selection();
43.         System.out.println("这是 Selection 测试: ");
44.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
45.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.KSORTED, dataLeng
    th[i], 5, 5);
46.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
```

```
47.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
48.         alg = new Mergesort();
49.         System.out.println("这是 Mergesort 测试: ");
50.         for(int i = 0; i < dataLength.length; i++)
51.             elapsedTime[i] = test(alg, GenerateData.KSORTED, dataLeng
    th[i], 5, 5);
52.         for(int i=0;i<dataLength.length;i++)
53.             System.out.printf("数据量 2^%d,5 次平
    均%6.4f%n ",i+8, elapsedTime[i]);
54.     }
55. }
```

任务 4

getRandomData2

```
1.  public static final int RANDOM = 3;
2.      public static Double[] getRandomData2(int N){
3.          Double[] numbers = new Double[N];
4.          for(int i = 0; i < N/2; i++)
5.              numbers[i] = 0.0;
6.          for(int i = N/2; i < 3*N/4; i++)
7.              numbers[i] = 1.0;
8.          for(int i = 3*N/4; i < 7*N/8; i++)
9.              numbers[i] = 2.0;
10.         for(int i = 7*N/8; i < N; i++)
11.             numbers[i] = 3.0;
12.         shuffle(numbers,0, numbers.length-1);
13.         return numbers;
14.     }
```