华东师范大学数据科学与工程学院上机实践报告

课程名称：算法设计与分析	**年级：**22 级	**上机实践成绩：**
指导教师：金澈清	**姓名：**郭夏辉	
上机实践名称：排序算法	**学号：**10211900416	**上机实践日期：**2023 年 3 月 16 日
上机实践编号：No.3	**组号：**1-416	

一、目的

1. 熟悉算法设计的基本思想
2. 掌握堆排序、快速排序的基本思想，并且能够分析算法性能

二、内容与设计思想

1. 编程实现堆排序和快速排序。
2. 随机生成 1000、10000、100000、1000000 个数，在不同数据规模情况下，两种算法的运行时间各是多少，画图描述不同情况下的运行时间差异。

三、使用环境

推荐使用 C/C++集成编译环境。

四、实验过程

1. 写出堆排序、快速排序算法；
2. 分别画出各个实验结果的折线图

1.随机数生成器

为了方便后续的实验，输出的随机数文档 data.txt 的第一个数字是生成的随机数的数量。由于我的电脑上的 stdlib.h 库中 RAND_MAX 很小(仅三万多)，生成的数据在规模较大时会出现大量的重复，有失客观性，所以我生成随机数时加了一些处理。

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
#include <ctime>
using namespace std;
int s=0,t=100000000;
int main(){
    ofstream fout("data.txt");
    int n;
    srand(time(NULL));
    cin>>n;fout<<n;
    fout<<endl;
    int tmp;
    for(int i=1;i<=n;i++){
        tmp=((rand())*(rand()))%(t-s+1);
        fout<<tmp<<" ";
```

```
    }
    fout.close();
    return 0;
}
```

2.堆排序的实现以及花费时间统计

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
#include <time.h>
using namespace std;
int a[10000000+6],n;

void heapify(int a[],int i,int n){
    int tmp,tmp1;
    if((2*i<=n) && (a[2*i]>a[i]))tmp=2*i;
    else tmp=i;

    if((2*i+1<= n) &&  (a[2*i+1]>a[tmp]))tmp=2*i+1;

    if(tmp!=i){
        tmp1=a[i];a[i]=a[tmp];a[tmp]=tmp1;
        heapify(a,tmp,n);
    }
}
void buildheap(int a[],int n){
    for(int i=(n/2);i>=1;i--)heapify(a,i,n);
}
void heapsort(int a[],int n){
    buildheap(a,n);
    int tmp,tmplen=n,cnt=1;
    for(int i=n;i>=2;i--){
        int tmp=a[1];a[1]=a[i];a[i]=tmp;
        --tmplen;++cnt;
        heapify(a,1,tmplen);
    }
    return;
}
int main(){
    ifstream fin("data.txt");
    ofstream fout("result.txt");
    fin>>n;for(int i=1;i<=n;i++)fin>>a[i];
    clock_t start,stop;
    start=clock();
    heapsort(a,n);
```

```
    stop=clock();
    for(int i=1;i<=n;i++)fout<<a[i]<<" ";
    cout<<"Time:"<<1000*(((double) (stop -
start))/CLOCKS_PER_SEC)<<"ms"<<endl;
    fin.close();
    fout.close();
    return 0;
}
```

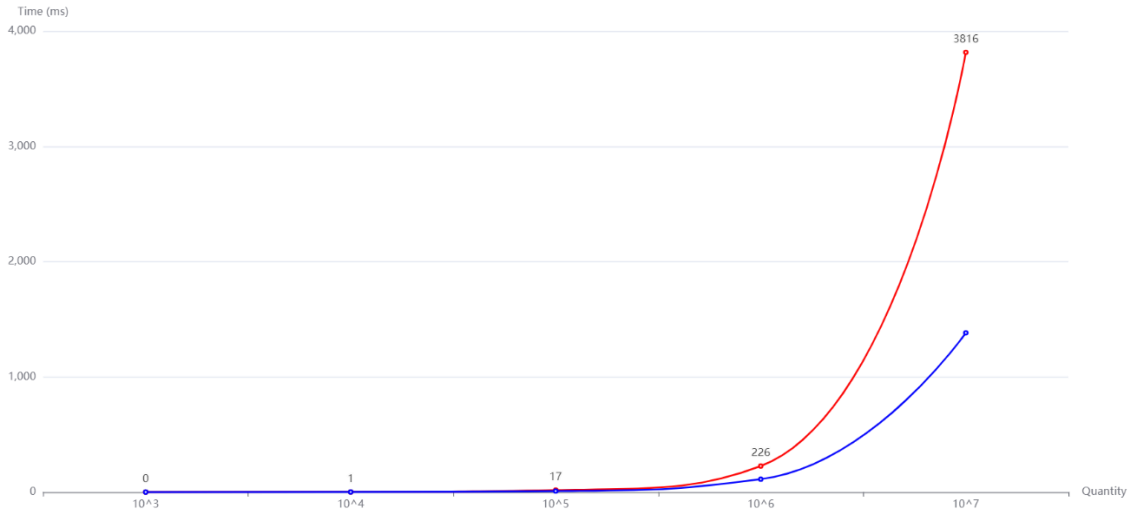
3.快速排序的实现以及花费时间统计

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
#include <time.h>
using namespace std;
int a[10000000+6],n;
int partition(int a[],int left,int right){
    int tmp=a[right];
    int i=left-1;
    int tmp1;
    for(int j=left;j<right;j++){
        if(a[j]<=tmp){
            ++i;
            tmp1=a[i];a[i]=a[j];a[j]=tmp1;
        }
    }
    tmp1=a[i+1];a[i+1]=a[right];a[right]=tmp1;
    return 1+i;
}
void quicksort(int a[],int left,int right){
    if(left<right){
        int mid=partition(a,left,right);
        quicksort(a,left,mid-1);
        quicksort(a,mid+1,right);
    }
}
int main(){
    ifstream fin("data.txt");
    ofstream fout("result.txt");
    fin>>n;for(int i=0;i<n;i++)fin>>a[i];
    clock_t start,stop;
    start=clock();
    quicksort(a,0,n-1);
    stop=clock();
    for(int i=0;i<n;i++)fout<<a[i]<<" ";
```

```
    cout<<"Time:"<<1000*(((double) (stop -
start))/CLOCKS_PER_SEC)<<"ms"<<endl;
    fin.close();
    fout.close();
    return 0;
}
```

4.两种排序算法的对比

我生成了 10^3 到 10^7 规模的随机数据，然后分别使用两种排序算法，统计之后得到了各自的运行时间，如下图所示(图线已平滑处理)。



五、总结

对上机实践结果进行分析，问题回答，上机的心得体会及改进意见。

快速排序的最坏时间复杂度时 O(n^2)，平均时间复杂度是 O(nlgn)，而归并排序在最坏情况下的时间复杂度也是 O(nlgn).采用归并排序，确实可以在特殊的输入数据下避免最坏时间复杂度情况的发生，但是归并排序真的在平均情况下优于快速排序吗？根据实验结果，可以很轻易地发现快速排序往往比归并排序效率更高。

快速排序之所以在平均情况下优于归并排序，也是有一些原因的。首先，快速排序过程中每次访问的是临近的内存位置，有较好的空间局部性，而归并排序访问的内存位置很分散。根据存储金字塔原理，快速排序能更好地利用高速缓存，使得 CPU 能够快速访问数据。而且，快速排序是就地操作的，不需要像归并排序那样额外地创建辅助数组来保存临时值，这就节省了分配和删除辅助数组的时间。

总而言之，这次实验的过程还算是简单的，但是通过实际的操作，我发现不能仅仅依赖时间复杂度分析一个算法在平均情况下的优劣程度，还是要结合实际才能更好地捕获它的运行情况。知行合一之中，希望我的算法学习之路更加稳妥。