情報メディアプロジェクトⅠ：演習課題レポート 2

澤 祐里（21–1–037–0801）

2021 年 7 月 4 日

目次

1　目的

1.1　課題 1

プログラム課題から一つを選び、1 枚の画像を処理する時間を以下の点に気を付けながら計測する。

注意点 1 ‥計測対象は何かを示す。
注意点 2 ‥計測方法は正確かどうかを調べる。
注意点 3 ‥ループ回数を増減すると一回の処理当たりの所要時間が変化する理由を分析する。

1.2　課題 2

任意のプログラム課題において、同じ処理でもアルゴリズムを変更すると、int や double の計算を行う回数が変化する。また、配列などのメモリに対するアクセス回数も変わり、オブジェクトの生成やメソッドの呼び出しに時間がかかることなどにも注意して処理を比較する。課題 2 においても、以下の点に注意しながら計測する。

注意点 1 ‥計測対象は何かを示す。
注意点 2 ‥計測方法は正確かどうかを調べる。
注意点 3 ‥アルゴリズムと処理時間の関係について分析する。

2　手順

2.1　課題 1

2.1.1　計測対象

- 計測対象の選び方については、課題 1 だけを考えると任意のプログラムでよい。しかし、課題 2 でも課題 1 の計測結果が転用できることを考慮すると、処理結果が変わらないように、アルゴリズムだけを変更できるプログラムを選びたい。
  → 画像のノイズを除去することができる「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」では、中央値を見つけるためにソートを行う。ソートに用いられるアルゴリズムは多数発見されているため、アルゴリズムを変更しやすい上に処理結果には影響しない。
  → 以上のことから、計測対象には、「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」を選ぶことにする。具体的には、図 1 のようなプログラムを使う。

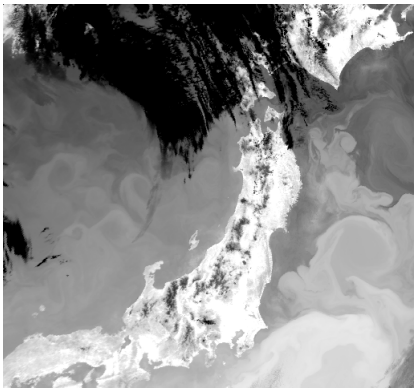
- 画像処理に用いる画像の選び方については、任意の画像でよい。しかし、計測時間があまりにも長くならないようにするため、大きな画像は選ばない。また、画像の大きさや画素値などが計測時間にも影響すると考えられるため、全ての計測で使う画像は、1 枚の同じ画像に統一して行う。
  → 今回の実験で使う画像は、大きさが「幅 512 ピクセル × 高さ 479 ピクセル」の図 2 のような画像「d850429avhrr4.bmp」である。

図 1　メディアンフィルタを使った平滑化のプログラム

```
private static GImage noisedelete(GImage inputimg,int range){   //rangeは原点からフィルタにする範囲
    int width = inputimg.getWidth();
    int height = inputimg.getHeight();
    GImage outputimg = new GImage(height,width);    //出力用画像を生成
    int[] median = new int[(int)Math.pow(2*range+1 , 2)];//入力された範囲からフィルタ用の配列を生成
    int count;  //フィルタに画素値を挿入していくためのカウント用変数
    int exchange;   //ソートで使う交換用変数

    for(int y=0;y<height;y++) {
        for(int x=0;x<width;x++) {
            if(y-range >= 0 && y+range < height && x-range >= 0 && x+range < width){
                count = 0;
                for(int i=-range;i <= range;i++){
                    for(int j=-range;j <= range;j++){
                        median[count] = inputimg.pixel[y + i][x + j];
                        count++;
                        if(count == median.length){
                            for(int a=0;a<median.length-1;a++){
                                for(int b=median.length-1;b>a;b--){
                                    if(median[b] > median[b-1]){
                                        exchange = median[b];
                                        median[b] = median[b-1];
                                        median[b-1] = exchange;
                                    }
                                }
                            }
                            outputimg.pixel[y][x] = median[(median.length-1)/2];
                        }
                    }
                }
            }
            else{
                outputimg.pixel[y][x] = GImage.MIN_GRAY;
            }
        }
    }
    return outputimg;
}
```

図 2　計測対象の画像処理に使う画像



2.1.2　計測方法

1. 計測方法の選択については、コストや精度の面から考えて、人力よりもコンピューター自体にやらせた方が効率がいいと判断したため、プログラミングで計測システムを作成する。
   → java では、「System.currentTimeMillis()」というメソッドを使うことで、long 型でエポック秒 (1970 年 1 月 1 日 0 時 0 分 0 秒) から経過した時間をミリ秒単位で知ることができる。この実験では、このメソッドを利用して画像処理の処理時間を計測していく。
   → 具体的な計測方法は「計測したい処理」を「System.currentTimeMillis()」で囲いこむことで、処理前の時間と処理後の時間を取得する。そして、(2.1.1) の式のように処理後の時間から処理前の時間を引くことで、処理時間を計算する。

$$\text{処理時間} = \text{処理後の時間} - \text{処理前の時間} \tag{2.1.1}$$

2. 次に、選択した計測方法が正確であるかどうかを判断できる条件を考える。
   条件一 今回の実験では、画像処理の処理時間だけを計測したいため、それ以外の処理の計測時間は排除したい。私が選択した計測方法で、画像処理の処理時間以外に、計測時間に反映されると思われる処理は、計測に使うメソッドである「System.currentTimeMillis()」という処理自体が挙げられる。そのため、このメソッドに処理時間が存在するのかどうかを調べる。
   条件二 本題では、正解の処理時間が不明であるため、正確に処理時間が計測できているかどうかを判断することができない。そのため、処理時間があらかじめ決められている処理を利用して、条件一の結果を含めた処理時間を正確に測れるかどうかをテストする。
   条件三 条件一、条件二は、私のコンピューターでの時間の進み方に依存しており、それが現実の時間の進み方と同じであるという前提で成り立っている。そのため、私のコンピューター以外の方法でも測ることで、前提が正しいかを調べた上で、プログラムに対して私の解釈違いが起こっていないかどうかも調べることができる。
3. 2 で考えた条件を実際に確かめてみる。
   - 条件一

   方法 計測方法は、図 3 のように、「System.currentTimeMillis()」を long 型の変数「starttime」と「endtime」に入れる。その後、「endtime」から「starttime」を引いて処理時間を計算する。また、信頼性のあるデータをとるために、これらの処理を for 文で 20 回繰り返している。
   結果「System.currentTimeMillis()」の処理時間の計測結果は、図 4 のように、試行回数 20 回の全てで「0ms」となった。これらの結果より、「System.currentTimeMillis()」の処理時間はこの実験では考慮しなくてもよいと判断した。

図 3　「System.currentTimeMillis()」の処理時間を計測するプログラム

```
private static void milltime(){
    for(int i=0;i<20;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();

        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("開始時刻:"+starttime+"ms");
        System.out.println("終了時刻:"+endtime+"ms");
        System.out.println("処理時間:"+(endtime - starttime)+"ms");
    }
}
```

図 4　「System.currentTimeMillis()」の処理時間の計測結果

```
開始時刻:1625128208561ms
終了時刻:1625128208561ms
処理時間:0ms
開始時刻:1625128208561ms
終了時刻:1625128208561ms
処理時間:0ms
開始時刻:1625128208561ms
終了時刻:1625128208561ms
処理時間:0ms
開始時刻:1625128208562ms
終了時刻:1625128208562ms
処理時間:0ms
```

- 条件二

方法 java の「Thread.sleep();」メソッドでは、引数に入れた数字×ミリ秒だけ、プログラムを一時停止することができる。これを利用して「Thread.sleep();」を処理とみなして、処理時間を計測し、「Thread.sleep();」の引数との比較を行うことで、計測方法が正確かどうかを判断する。この実験では、「Thread.sleep();」の引数を「1000」として、計測処理を for 文で 20 回繰り返えす図 5 のようなプログラムを作成して計測した。

結果 結果は、図 6 のようになり、結果をまとめると「1001ms」が 9 回、他は全て「1000ms」となった。1ms の誤差が約 1/2 の確率で発生したものの、この程度の誤差はマシンの性能などによる誤差の範疇だと考察できるため、この計測方法は正確であると判断した。

図 5　「Thread.sleep();」を用いた計測方法の正確さ確認のプログラム

```
private static void Checkaccuracy(){
    for(int i=0;i<20;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();
        try {
            Thread.sleep(1000);
        }
        catch (InterruptedException e) {
        }
        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("開始時刻:"+starttime+"ms");
        System.out.println("終了時刻:"+endtime+"ms");
        System.out.println("処理時間:"+(endtime - starttime)+"ms");
    }
}
```

図 6　「Thread.sleep();」を用いた計測方法の正確さ確認の出力結果

```
開始時刻:1625135123951ms
終了時刻:1625135124951ms
処理時間:1000ms
開始時刻:1625135124951ms
終了時刻:1625135125952ms
処理時間:1001ms
開始時刻:1625135125952ms
終了時刻:1625135126952ms
処理時間:1000ms
```

- 条件三

方法 計測に用いるコンピューターの機能で計測しても意味がないため、スマートフォンのストップウォッチを用いて手動で測る。手動のため「Thread.sleep();」の引数を長めの「20000」に設定し、開始と終了のログがでるように、図 7 のようなプログラムを使う。

結果 ストップウォッチは、図 8 のように約 20 秒となった。「Thread.sleep();」の引数は「20000」であるため、「20000ミリ秒」を秒に換算すると「20 秒」となる。つまり、ストップウォッチで測った時間と合致しているため、計測で使うコンピューターの時間の進み方は正しいと判断できる。また、コンピューターの計測結果でも「20000ms」となっていたことから、「Thread.sleep();」や「System.currentTimeMillis()」への解釈違いも起こっていないと判断することができた。

図 7　ストップウォッチを用いた計測方法の正確さ確認のプログラム

```
50      private static void Checkaccuracy(){
51          for(int i=3;i>0;i--){
52              System.out.println(i+"秒前");
53              try {
54                  Thread.sleep(1000);
55              }
56              catch (InterruptedException e) {
57              }
58          }
59          System.out.println("開始");
60          long starttime = System.currentTimeMillis();
61          try {
62              Thread.sleep(20000);
63          }
64          catch (InterruptedException e) {
65          }
66          long endtime = System.currentTimeMillis();
67
68          System.out.println("処理時間:"+(endtime - starttime)+"ms");
69          System.out.println("終了");
70      }
71
問題 36   出力   デバッグ コンソール   ターミナル
3秒前
2秒前
1秒前
開始
処理時間:20000ms
終了
```

図 8　ストップウォッチを用いた計測方法の正確さ確認の結果

4. 3 で、計測方法は正確であると判断できたため、本題の「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」を計測する。
   方法 テストプログラムから処理部分を「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」のメソッドである「noisedelete()」に変更する。「noisedelete()」の引数は、図 9 のように「inputimg」には定義していた「d850429avhrr4.bmp」を入れて、「range」には、3 × 3 フィルターを使うため「1」を入れる。

図 9　「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」の計測プログラム

```
private static void Timemeasure(){
    String fileName = "d850429avhrr4.bmp";
    GImage inputimg= new GImage(fileName);
    int range = 1;

    for(int i=0;i<20;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();
        noisedelete(inputimg, range);
        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("開始時刻"+starttime);
        System.out.println("終了時刻"+endtime);
        System.out.println("処理時間"+(endtime - starttime));
    }
}
```

5. ループ回数を増減した時の一回の処理当たりの所要時間が変化を見たいため for 文を使って、図 10,11 のようなプログラムを実行する。

図 10　「noisedelete()」を 10 回繰り返した時間を計測するプログラム

```
private static void Timemeasure(){
    String fileName = "d850429avhrr4.bmp";
    GImage inputimg= new GImage(fileName);
    int range = 1;
    int repeat = 10;

    for(int i=0;i<20;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();
        for(int j=0;j<repeat;j++){
            noisedelete(inputimg, range);
        }
        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println((endtime - starttime));
    }
}
```

図 11　「noisedelete()」を 20 回繰り返した時間を計測するプログラム

```
private static void Timemeasure(){
    String fileName = "d850429avhrr4.bmp";
    GImage inputimg= new GImage(fileName);
    int range = 1;
    int repeat = 20;

    for(int i=0;i<repeat;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();
        for(int j=0;j<20;j++){
            noisedelete(inputimg, range);
        }
        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println((endtime - starttime));
    }
}
```

6. 画像処理のどの部分に時間がかかっているかを計測するため、図 12 のようなプログラムを使って計測する。

図 12　「noisedelete()」の処理を分割して計測するプログラム

```
private static GImage noisedelete(GImage inputimg,int range){   //rangeは原点からフィルタにする範囲
    long importstart = System.currentTimeMillis();
    int width = inputimg.getWidth();
    int height = inputimg.getHeight();
    GImage outputimg = new GImage(height,width);    //出力用画像を生成
    int[] median = new int[(int)Math.pow(2*range+1 , 2)];//入力された範囲からフィルタ用の配列を生成
    int count;  //フィルタに画素値を挿入していくためのカウント用変数
    int exchange;   //ソートで使う交換用変数
    long importend = System.currentTimeMillis();
    long processstart = System.currentTimeMillis();
    for(int y=0;y<height;y++) {
        for(int x=0;x<width;x++) {
            if(y-range >= 0 && y+range < height && x-range >= 0 && x+range < width){
                count = 0;
                for(int i=-range;i <= range;i++){
                    for(int j=-range;j <= range;j++){
                        median[count] = inputimg.pixel[y + i][x + j];
                        count++;
                        if(count == median.length){
                            for(int a=0;a<median.length-1;a++){
                                for(int b=median.length-1;b>a;b--){
                                    if(median[b] > median[b-1]){
                                        exchange = median[b];
                                        median[b] = median[b-1];
                                        median[b-1] = exchange;
                                    }
                                }
                            }
                            outputimg.pixel[y][x] = median[(median.length-1)/2];
                        }
                    }
                }
            }
            else{
                outputimg.pixel[y][x] = GImage.MIN_GRAY;
            }
        }
    }
    long processend = System.currentTimeMillis();
    System.out.println("変数作成時間"+(importend - importstart));
    System.out.println("処理時間"+(processend - processstart));
    return outputimg;
}
```

2.2　課題 2

2.2.1　計測対象

- 課題 1 と同様に、「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」を使う。変更するアルゴリズムは、課題 1 で説明した通りにソート部分を変更する。図 13 は、課題 1 で使ったプログラムのソートの部分を抜粋したものである。このソートアルゴリズムは、「バブルソート」というものであり、最も基本的なソートアルゴリズムである。この「バブルソート」を、課題 2 では、「クイックソート」と呼ばれるソートアルゴリズムに変更する。

  バブルソート‥ 隣接する二つの要素の値を比較して条件に応じた交換を行うソートアルゴリズム [1]

  1. 先頭の要素「a」と隣り合う次の要素「b」の値を比較する
  2. 要素「a」が要素「b」より大きいなら、要素「a」と要素「b」の値を交換する
  3. 先頭の要素を'b' に移し、要素'b' と隣り合う要素'c' の値を比較/交換する
  4. 先頭の要素を'c','d','e'... と移動しながら比較/交換をリストの終端まで繰り返す
  5. 最も大きい値を持つ要素がリストの終端へ浮かびあがる
  6. リストの終端には最も大きな値が入っているので、リストの終端の位置をずらして (要素数をひとつ減らして) 手順 1〜6 を繰り返す

  クイックソート‥ リストにおいてピボットと呼ぶ要素を軸に分割を繰り返して整列を行うソートアルゴリズム [1]

  1. 要素数が 1 つかそれ以下なら整列済みとみなしてソート処理を行わない
  2. ピボットとなる要素をピックアップする
  3. ピボットを中心とした 2 つの部分に分割する - ピボットの値より大きい値を持つ要素と小さい値を持つ要素
  4. 分割された部分 (サブリスト) に再帰的にこのアルゴリズムを適用する

図 13　課題 1 プログラムのソートアルゴリズム「バブルソート」

```
for(int a=0;a<median.length-1;a++){
    for(int b=median.length-1;b>a;b--){
        if(median[b] > median[b-1]){
            exchange = median[b];
            median[b] = median[b-1];
            median[b-1] = exchange;
        }
    }
}
```

図 14　課題 2 で使うソートアルゴリズム「クイックソート」[2]

```
static int pivot(int[] a,int i,int j){
    int k=i+1;
    while(k<=j && a[i]==a[k]) k++;
    if(k>j) return -1;
    if(a[i]>=a[k]) return i;
    return k;
}
static int partition(int[] a,int i,int j,int x){
    int l=i,r=j;
    while(l<=r){
        while(l<=j && a[l]<x)  l++;
        while(r>=i && a[r]>=x) r--;
        if(l>r) break;
        int t=a[l];
        a[l]=a[r];
        a[r]=t;
        l++; r--;
    }
    return l;
}
public static void quickSort(int[] a,int i,int j){
    if(i==j) return;
    int p=pivot(a,i,j);
    if(p!=-1){
        int k=partition(a,i,j,a[p]);
        quickSort(a,i,k-1);
        quickSort(a,k,j);
    }
}
public static void quickSort(int[] array){ //呼び出し用
    quickSort(array,0,array.length-1);
}
```

2.2.2　計測方法

- 課題 1 と同様の方法で計測する。課題 1 ですでに計測方法は正確であると判断されているため、計測方法の正確さの確認は省略する。
- バブルソートとクイックソートをそれぞれ使った時の結果を比較したいため、両方の結果が知りたい。しかし、バブルソートを使った時の結果はすでに実行した課題 1 の結果を使えばよいため省略する。

クイックソートを使った時の結果を知るために、「3 × 3 メディアンフィルタを使った平滑化」のメソッドである「noisedelete()」のソート部分を図 15 のように変更する。その後、課題 1 と同じように、図 16 のようなプログラムを使って計測する。

図 15　クイックソートを用いたメディアンフィルタを使った平滑化のプログラム

```
private static GImage noisedelete(GImage inputimg,int range){   //rangeは原点からフィルタにする範囲
    int width = inputimg.getWidth();
    int height = inputimg.getHeight();
    GImage outputimg = new GImage(height,width);    //出力用画像を生成
    int[] median = new int[(int)Math.pow(2*range+1 , 2)];//入力された範囲からフィルタ用の配列を生成
    int count;  //フィルタに画素値を挿入していくためのカウント用変数

    for(int y=0;y<height;y++) {
        for(int x=0;x<width;x++) {
            if(y-range >= 0 && y+range < height && x-range >= 0 && x+range < width){
                count = 0;
                for(int i=-range;i <= range;i++){
                    for(int j=-range;j <= range;j++){
                        median[count] = inputimg.pixel[y + i][x + j];
                        count++;
                        if(count == median.length){
                            quickSort(median);
                            outputimg.pixel[y][x] = median[(median.length-1)/2];
                        }
                    }
                }
            }
            else{
                outputimg.pixel[y][x] = GImage.MIN_GRAY;
            }
        }
    }
    return outputimg;
}
```

図 16　クイックソートを用いたメディアンフィルタを使った平滑化の計測プログラム

```
private static void Timemeasure(){
    String fileName = "d850429avhrr4.bmp";
    GImage inputimg= new GImage(fileName);
    int range = 1;

    for(int i=0;i<20;i++){
        long starttime = System.currentTimeMillis();
        noisedelete(inputimg, range);
        long endtime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("開始時刻"+starttime);
        System.out.println("終了時刻"+endtime);
        System.out.println("処理時間"+(endtime - starttime));
    }
}
```

3　結果

3.1　課題 1

- 課題 1 の出力結果は表 1〜表 3 のようになった。
  → 表 1 を見て分かる通り、処理を 1 回だけ計測した場合は、最初の 2 回分の処理時間が長くなっている。それとは異なり、表 2 と表 3 は、最初から処理時間が安定しているように見える。

表 1　課題 1 の計測結果

試行回数	処理時間
1 回目	28 ms
2 回目	25 ms
3 回目	17 ms
4 回目	15 ms
5 回目	15 ms
6 回目	15 ms
7 回目	15 ms
8 回目	15 ms
9 回目	15 ms
10 回目	15 ms
11 回目	15 ms
12 回目	15 ms
13 回目	15 ms
14 回目	16 ms
15 回目	15 ms
16 回目	15 ms
17 回目	15 ms
18 回目	15 ms
19 回目	15 ms
20 回目	14 ms

表 2　10 回分を計測して 10 で割った結果

試行回数	処理時間
1 回目	17 ms
2 回目	15 ms
3 回目	15 ms
4 回目	15 ms
5 回目	15 ms
6 回目	15 ms
7 回目	15 ms
8 回目	16 ms
9 回目	16 ms
10 回目	16 ms
11 回目	16 ms
12 回目	16 ms
13 回目	15 ms
14 回目	15 ms
15 回目	15 ms
16 回目	15 ms
17 回目	15 ms
18 回目	15 ms
19 回目	15 ms
20 回目	15 ms

表 3　20 回分を計測して 20 で割った結果

試行回数	処理時間
1 回目	16 ms
2 回目	15 ms
3 回目	15 ms
4 回目	15 ms
5 回目	15 ms
6 回目	15 ms
7 回目	15 ms
8 回目	15 ms
9 回目	15 ms
10 回目	15 ms
11 回目	15 ms
12 回目	15 ms
13 回目	15 ms
14 回目	16 ms
15 回目	15 ms
16 回目	16 ms
17 回目	15 ms
18 回目	15 ms
19 回目	15 ms
20 回目	15 ms

- 課題 1 のプログラムを分割して計測した結果は表 4 のようになった。
  → 表を見てわかる通り、変数の作成には、ほとんど時間は使われておらず、ほぼすべての時間が画像処理に使われている。

表 4　課題 1 のプログラムを分割して計測した結果

試行回数	変数作成時間	処理時間
1 回目	0ms	31ms
2 回目	0ms	39ms
3 回目	1ms	16ms
4 回目	0ms	17ms
5 回目	0ms	16ms
6 回目	0ms	16ms
7 回目	0ms	17ms
8 回目	0ms	15ms
9 回目	0ms	16ms
10 回目	0ms	14ms
11 回目	1ms	16ms
12 回目	0ms	15ms
13 回目	0ms	15ms
14 回目	0ms	16ms
15 回目	1ms	15ms
16 回目	0ms	15ms
17 回目	1ms	15ms
18 回目	0ms	15ms
19 回目	1ms	15ms
20 回目	0ms	15ms

3.2　課題 2

- 課題 2 の出力結果は表 5〜表 6 のようになった。
  → 表を見てわかる通り、ソートアルゴリズムをクイックソートに変えてからは、バブルソートを使っていた時に見られた最初の 2 回の処理時間が長くなる現象がなくなっている。

表 5　バブルソートを使った計測結果

試行回数	処理時間
1 回目	28　ms
2 回目	25　ms
3 回目	17　ms
4 回目	15　ms
5 回目	15　ms
6 回目	15　ms
7 回目	15　ms
8 回目	15　ms
9 回目	15　ms
10 回目	15　ms
11 回目	15　ms
12 回目	15　ms
13 回目	15　ms
14 回目	16　ms
15 回目	15　ms
16 回目	15　ms
17 回目	15　ms
18 回目	15　ms
19 回目	15　ms
20 回目	14　ms

表 6　クイックソートを使った計測結果

試行回数	処理時間
1 回目	17　ms
2 回目	15　ms
3 回目	15　ms
4 回目	15　ms
5 回目	15　ms
6 回目	15　ms
7 回目	15　ms
8 回目	16　ms
9 回目	16　ms
10 回目	16　ms
11 回目	16　ms
12 回目	16　ms
13 回目	15　ms
14 回目	15　ms
15 回目	15　ms
16 回目	15　ms
17 回目	15　ms
18 回目	15　ms
19 回目	15　ms
20 回目	15　ms

-

4 考察

4.1 課題 1

- 表 1 と表 4 を見ると、最初の 2 回分の処理時間が 3 回目以降の処理時間と比べて異常に長い。しかし、これらの処理は全て同じであり、本来は同じ処理時間が計測できるはずである。それに比べて、3 回目以降は処理時間が安定しており、20 回目以降も安定していると思われる。その中で、「Thread.sleep();」を使ったテストでは見られなかった「最初の 2 回だけ処理時間が長い」という現象は、ハードウェア的な問題であると考えられる。というのも、メディアンフィルタではソートなどを行うため、メソッドや配列などがあるメモリなどへのアクセスが頻繁に起こり、そういったアクセス時間が今回の計測結果の最初の 2 回分に影響したのではないかと考察した。また、3 回目以降の計測時間が安定しているのは、最初の 2 回分の計測によるメモリへのアクセス過程で、メモリへのアクセスを高速化するパスのようなものが作成されていると考え、そのおかげであると考察した。
- 画像処理 10 回分、または画像処理 20 回分、繰り返してその回数で割った表 2 と表 3 の計測結果が 1 回分のデータと比べて、処理時間が短く安定しているように見えるのは、平均を取っているおかげであると考えられる。つまり、表 2 と表 3 でも、表 1 と同様に、最初の 2 回分の処理時間が 異常に長くなっているが、その後の安定した「3 回目以降の結果」で平均を取っているため、結果が安定しているように見えると思われる。実際に、表 2 と表 3 でも、1 回目のデータは、他のデータに比べて「1,2ms」大きくなっている。しかし、こういった誤差は繰り返し回数を増やせば増やすほど、安定したデータが増えるために、減っていくと考察できる。

4.2 課題 2

- 表 5 と表 6 では、最終的な出力結果は同じで、違いはアルゴリズムだけであるはずだが、処理時間は最初の 2 回だけなら、2 倍弱も変わってしまっている。つまり、使うアルゴリズムによって処理時間は大きく変わるということになる。表 5 で使ったバブルソートは、全てのデータを 1 つずつ比較してソートするアルゴリズムであるため、メモリへのアクセス数は多いと考えられる。一方のクイックソートは、データを分けてソートするため、バブルソートよりはメモリへのアクセス数は少ないと考えられる。そのため、バブルソートを使ったプログラムよりもクイックソートを使ったプログラムの方が、処理時間が短くなったと考えられる。

参考文献

[1] https://www.codereading.com/algo_and_ds/algo/quick_sort.html

[2] http://www.ics.kagoshima-u.ac.jp/~fuchida/edu/algorithm/sort-algorithm/quick-sort.html