

周期性ノイズの除去と画像修復

リ イーセイ

Li Yiqing

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

yiqing.li.6p@stu.hosei.ac.jp

2020/01/29

1 課題

画像中の欠損成分を修復し、周期性ノイズを除去する。効果が最も良い修復方法を探す。周期性ノイズを除去する時、手動でスペクトルからピークを探すのではなく、自動的にピークを探してフィルタを作ることを目指す。また、欠損成分が画像の50%を占めている場合、最小二乗法、平均移動フィルタ、メディアンフィルタと分類器を使って修復し、効果を比べる。

2 課題の目的

画像を修復時、欠損成分とノイズは同時に存在する場合がある。そして、ノイズ軽減と欠損修復は互いに影響を及ぼすと想定できる。よって、処理する順番と方法を探す必要がある。また、ノイズの周波数がランダムに生成されるとき、手動でスペクトル上の位置を探すことは効率的ではない。ノイズの除去を数回行う可能性を考慮し、自動的にピークを探すアルゴリズムを作る。

授業では、最小二乗法と分類器を使って欠損成分を修復したことがないため、今回の課題でこの二つの方法を実装し、平均移動フィルタとメディアンフィルタの効果と比べる。

3 方法

3.1 自動ピーク探しアルゴリズム

- I_x, I_y はノイズを付加した図の中心位置である。
- 図をフーリエ変換し、対数を取って $zlog$ とする。
- $PeaksMap$ の配列を作り、 $zlog$ のすべてのピークを1とする。
- $zlog$ の I_x 行を取り出し、降順で並べる。対応するインデックスを S に入れる。

- x は S の要素である。以下を繰り返す。

$PeaksMap$ で $S(I_x, x)$ は第 n 個のピークである場合

e-1 循環を中止し、 x を出力する。

3.2 最小二乗法のアルゴリズム

- 未知の画素の値を0とする。
- 以下を数回繰り返す。
 - 観測データの組 X と b を欠損画像から生成する。
 - $b = Xa$ 。 a は周りの画素値の平均値を計算する係数である。
 - 得られた b のうち、画素値が既知の要素は既知の値を代入する。
 - 上記で得られた b を並び替えて、画像を生成する。

3.3 平均移動フィルタとメディアンフィルタ

欠損画像にフィルタをかける。

3.4 分類器

- k 最近傍分類で分類器を作る。
- $M=0, n=0$ 。欠損画像の画素に対し、以下を繰り返す。
 - 欠損成分である場合。
 - M は0であれば、以下を繰り返す。
 - $n=n+1$
 - $A=(x,y)$ 周囲の $n*n$ 範囲内、成分の分類
 - A の欠損成分を削除する
 - M =頻度が一番大きい類別の番号
 - (x,y) を M に分類する
 - (x,y) の周囲の $n*n$ 範囲内、カラー画像の平均値を計算し、 (x,y) に代入する

4 技術の詳細

4.1 自動ピーク探し

自動ピーク探しのソースコードを、ソースコード1に示す。

$zlog$ =フーリエ変換した画像の対数

$PeakY$ =画像の真ん中の行の位置

$zlogy$ =真ん中の行

$sort_ind = zlogy$ の降順に対応するインデックス

$PeaksMap = zlog$ のすべてのピーク

Listing 1. findPeak

```
1 function PeakX=findPeak(PeaksMap,PeakY,sort_ind,n)
2 count=0;
3 for x=sort_ind
4     if PeaksMap(PeakY,x)==1
5         PeakX=x;
6         count=count+1;
7     if count==n
8         break
9     end
10 end
11 end
12 end
```

4.2 最小二乗法

線形モデル $y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$ に従う。

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11}x_{12}\dots x_{1n} \\ x_{21}x_{22}\dots x_{2n} \\ \vdots \\ x_{m1}x_{m2}\dots x_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix}$$

以上の式は $b = Xa$ を表す。

Matlab では、 $a = X \backslash b$ で計算する。

4.3 分類器

分類器で画像を修復には、分類と周囲の画素の平均値を計算する必要がある。

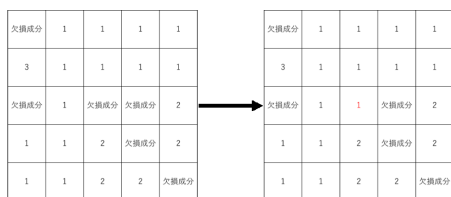


図 1. 分類

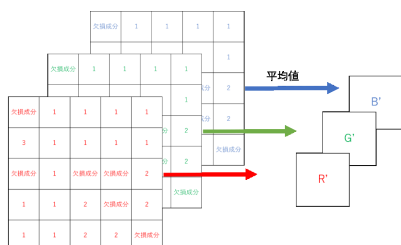


図 2. 周囲の画素の平均

図 1 は、中心の欠損成分を分類する過程を表している。この場合、類別 1 に分類される。図 2 は、RGB ごとに、欠損成分の画素値を計算する過程を表している。

5 結果

5.1 自動ピーク探し

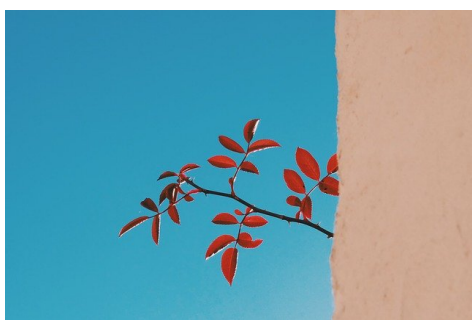


図 3. 元の画像

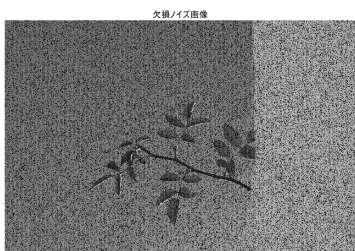


図 4. 欠損ノイズ画像-clear



図 5. 修復画像-clear

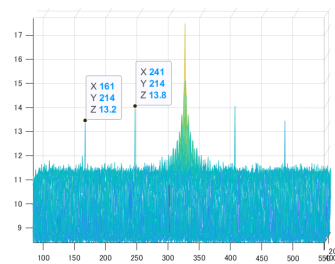


図 6. mesh-clear

図 3 は元の画像である。図 4 から 6 は、雑音を除去できた結果である。図 4 は欠損成分とノイズを付加した画像である。図 5 は 4 を修復した結果である。この場合では、ノイズが除去された。図 6 はメッシュプロットした図である。ピークが目立つため、プログラムが正確にピークと判断できた。

しかし、ピークが目立たない場合、プログラムは雑音を除去できない。



図 7. 欠損ノイズ画像-unclear



図 8. 修復画像-unclear

図 7 から図 9 は除去できなかった結果である。

図 7 は欠損成分とノイズを付加した画像である。図 8 は 7 を修復した結果である。この場合では、ノイズが除去されなかった。図 9 はメッシュプロットした図である。プログラムは $X = 307$ と $X = 292$ のところをピークと判定せず、 $X = 307$ と $X = 316$ をピークとした。

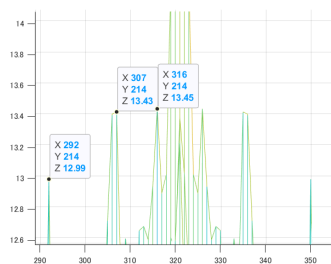


図 9. mesh-unclear

5.2 欠損画像の修復

欠損成分は画像の 50% を占めている。以下はグレースケール画像を修復した結果である。



図 10. 欠損画像

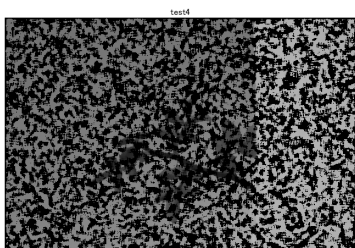


図 11. メディアンフィルタ

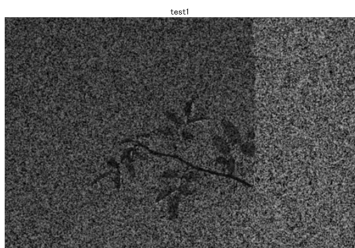


図 12. 移動平均フィルタ



図 13. 最小二乗法

図 10 は欠損成分が 50% を占めている画像である。図 11 はメディアンフィルタで修復した結果である。フィルタのサイズは 7 である。図 12 は移動平均フィルタで修復した結果である。フィルタのサイズは 3 である。図 13 は最小二乗法で修復した結果である。

以下は、分類器を用いてカラー画像を修復した結果である。

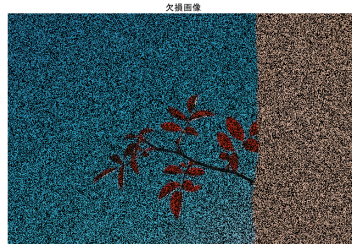


図 14. 欠損カラー画像



図 15. 分類器

図 14 は欠損成分が 50% を占めているカラー画像である。図 15 は分類器で修復した結果である。

6 考察

自動的にピークを探すアルゴリズムは全ての画像に適用できない。周波数成分のピークの値が大きく、中心から離れる場合は正確にピークと判定できる。

平均移動フィルタは図をぼやけることにより、雑音を軽減する。欠損成分に他の値を入れていない。一方、メディアンフィルタは周辺値の中央値を欠損成分に置き換える。よって、平均移動フィルタの効果が悪いが、メディアンフィルタの効果は比較的が良い。欠損成分が 50% を占めている場合、この二つのフィルタはこの画像を修復できない。

最小二乗法は中心の画素の値を周囲 24 個の画素の値の線形和で表現するため、計算量が多い。しかし、効果が良い。未知画素値が 50% 以上を占めるときも修復できる。

分類器での画像修復は効率が良い。カラー画像を修復する時、周辺画素の画素値の平均を置き換えた。

7 結論

今回は、自動的に雑音を除去するアルゴリズムを作った。全ての画像に適用できないため、今後の課題はこのアルゴリズム改善するである。また、最小二乗法、平均移動フィルタ、メディアンフィルタと分類器を実装し、欠損画像を修復できた。