

劣化画像の局所領域を考慮した回帰による画像復元

日大生産工(院) ○坂本 雄志
日大生産工 目黒 光彦

1 まえがき

デジタルカメラで画像を撮影する際に、ガウス性雑音等の加法により、撮影者が意図していない劣化した画像が得られることが多い。デジタルカメラの性能は向上してきているものの、暗い環境において、感度を高めた撮影をするときなどで、画像の劣化が生じてしまう。劣化画像から、雑音を取り除くために畳み込み演算による線形フィルタによる処理が行われてきた。畳み込み演算とは、注目画素を中心として一定の範囲を抽出し、設計したフィルタ窓を用いて、各画素とフィルタ窓の係数を掛け、その結果を足し合わせた積和演算結果を、注目画素の新たな値とするものである。フィルタは係数の設計方法により、様々な特性を持ったフィルタを設計することができる。本研究では、画像の復元したい画素近傍の画素値を用いた回帰を行うことで、雑音の影響を取り除いた画像の復元を行う。そのために、回帰をするために最適なフィルタの設計を行うことが目的である。画像には平坦な箇所や細部信号といった、画素ごとに異なる特徴を持っている。この特徴を画素毎に得ることで、適したフィルタを切り替えた回帰を行うことで、画質の向上を測る。

2 既存手法

回帰とは観測されたデータの組みから原信号を推定するものである。最小二乗法という数学的処理を用いることで回帰でのデータ推定が可能となる。回帰のための関数は以下の式となる。

$$y(x) = \sum_{k=1}^M a_k f_k(x) . \quad (1)$$

上記の式は、1次元の回帰である。画像は2

次元データに対する回帰で実現される。しかし、画像は複雑な模様をしていることが多く範囲が広いと、高次の回帰式が必要となりがちであり、正確な回帰による推定が困難である。そのため、範囲を狭めて局所的に回帰に用いるデータを制限して、回帰を行う方法を提案する。それにより、低次の式での回帰での信号推定を試みる。本研究では2次式までのモデルにより回帰を試みる。2次元を2次式まで回帰する式は次のようになる。

$$\min \sum_{i=1}^P [y_i - \beta_0 - \beta_1^T (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}) - \beta_2^T \text{vech} \{ (\mathbf{x}_i - \mathbf{x})(\mathbf{x}_i - \mathbf{x})^T \}] K_H(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}) \quad (2)$$

$K_H(\mathbf{x}_i - \mathbf{x})$ はカーネルとなっているためカーネルを変化させることで、回帰の精度が変化する。

3 フィルタ設計

図1に原画像、図2に劣化画像($\sigma=15$)を示す。原画像に対して劣化画像のMSE(平均自乗誤差)は223.3となっている。

図3に局所的回帰を用いて復元処理した結果を示す。図3の復元画像のMSEは72.9とノイズを取り除くことができている。ガウシアンフィルタという一般的なフィルタを用い



図1. 原画像

図2.劣化画像

Image Restoration by Regression for Local Region in Degraded Images

Yuji Sakamoto and Mitsuhiro Meguro

て回帰を行っている。ガウシアンフィルタはノイズを取り除きつつ、信号の保存性がある。そのため、細部においてのノイズ除去性能が高く、平坦部でのノイズ除去性能が低くなっている。ガウシアンフィルタとは逆に、平坦部のノイズ除去性能が高い移動平均フィルタがある。図4に移動平均フィルタを用いて回帰を行った結果を示す。図4のMSEは150.4となっており、ガウシアンフィルタを使用したときよりも、画像全体のMSE値は悪い結果となっている。しかし、平坦部においてはガウシアンフィルタよりもノイズ除去の性能は高いことが分かる。



図3. ガウシアン

図4. 移動平均

4 提案手法

フィルタの設計方法として、平坦部では移動平均フィルタを用いて、細部ではガウシアンフィルタを用いる。そのために劣化画像より細部と平坦部を区別する必要がある。その方法として下記の式を用いて判別を行う。

$$A = \sum_{j=-N}^N \sum_{i=-N}^N \{ (f(x+i, y+i) / f(x, y)) - 1.0 \} \quad (3)$$

上記の式を用いることで平坦ではAの値が小さくなり、細部では大きくなる。Aの値が0.3以下のとき平坦とすることで、平坦と細部を区別した。その結果を図5に示す。図5の黒画素は細部で、白画素は平坦と判別されたところになる。図5をもとに復元処理した結果を図6に示す。図6のMSEは64.5となっており、よりノイズを取り除いている。



図5. 判別画像



図6. 復元画像

図5を見ると平坦部にも小さく黒画素になっているところがあり、細部と判定されている。逆に細部であっても白画素となっている部分が存在し、平坦と判定されている。斑点部分も平坦部と判定させることができれば、さらなる画質の向上につながる。領域判定の精度向上は、今後の課題としたい。

5 まとめ

本研究では、劣化画像から平坦部と細部を分け、それぞれ、適したフィルタを用いることでノイズ除去性能を向上した。しかし、細部と判定されているところにも平坦画素が存在している。そのため、今後は図5で判別された平坦と細部それぞれにクラスタリングを用いることで、細かく平坦、細部を分けることでより優れた判別画像を作成することで、画質の向上を測る。

「参考文献」

- 1) P. Milanfar “A Tour of Modern Image Filtering” IEEE Signal Processing Magazine, Vol.30, No.1, pp.106-128, Jan. 2013.
- 2) H. Takeda, S. Farsiu, and P. Milanfar “Kernel Regression for Image Processing and Reconstruction” IEEE Transactions on Image Processing, Vol.16, No.2, pp.349-366, Feb. 2007.