

Análise dos filtros não-lineares

Leyza Elmeri Baldo Dorini¹, Anderson de Rezende Rocha¹

¹Unicamp – Disciplina de Introdução ao Processamento de Imagens Digitais

leyza@inf.unochapeco.rct-sc.br - anderson.rocha@ic.unicamp.br

1. Principais conclusões

Um dos fatos observados é que todos os filtros trataram mais eficientemente o ruído do tipo impulsivo. Acredita-se que isto se deve a dois itens principais: a característica do ruído e a característica do funcionamento dos filtros espaciais não-lineares.

Isto porque ao mesmo tempo que o ruído impulsivo insere valores limite em *pixels* da imagem, os filtros não-lineares buscam encontrar um valor que tenha uma certa relação de homogeneidade (média dos elementos da vizinhança, por exemplo) para substituir o valor do *pixel* central. E é de fato muito pouco provável que um "valor ruído" atenda a este requisito.

De acordo com Jähne (1993), os filtros lineares é que são mais eficientes no tratamento do ruído gaussiano (pois que estes filtros não eliminam pixels que tiveram seus valores distorcidos, que é o que ocorre com o ruído impulsivo).

Os filtros de forma geral foram mais eficientes para a imagem círculo, do que para a imagem chess, o que já era previsto. Isto porque por ser uma imagem sintética, ela possui regiões com tons de cinza muito próximos (ou até mesmo iguais), fato este que aliado às características dos filtros implementados tornava o resultado previsível. A única exceção foi o filtro da ordem *k*, o qual obteve valores de RMS semelhantes para as duas imagens. Em relação ao RMS (geral, High e Low), observou-se que em praticamente todos casos os filtros obtiveram o valor mínimo já na primeira iteração.

Na aplicação iterativa dos filtros, o principal "contribuinte" para o RMS geral foi o RMS High, que refere-se ao erro em relação às regiões de alta frequência. Isto leva a concluir que mesmo degradando menos as bordas que os filtros lineares, os filtros não-lineares apresentam como dificuldade a preservação de bordas.

No entanto, é fato que alguns algoritmos apresentaram um ótimo desempenho na redução do ruído e ao mesmo tempo na preservação das bordas, como foi o caso dos algoritmos da ordem *k* e dos *k* vizinhos mais próximos no tratamento do ruído impulsivo na imagem chess (obtiveram um RMS High mínimo de 4 e 5, respectivamente).

O cálculo do desvio padrão em uma amostra da imagem círculo demonstrou novamente a maior eficácia dos filtros no tratamento do ruído impulsivo, sendo que todos os filtros alcançaram o desvio padrão igual a zero (exceto o da ordem *k* que atingiu desvio padrão mínimo de um). Ressalta-se, no entanto, que as bordas não foram consideradas nesta análise específica.

Nos testes realizados com diferentes parâmetros (níveis de ruído, tamanho da janela e valor de *k*, quando possível) as duas principais conclusões obtidas foram:

- para o filtro de ordem *k*, o *k*-ésimo elemento que melhor apresentou resultados

em todos os casos é o elemento "do meio", representando desta forma o filtro da mediana;

- no filtro de ordem k , quando o tamanho da janela e o nível de ruído aumentam, o RMS tende a ficar com valores mais baixos. No entanto a quantidade de cálculos realizada é muito superior. É necessário uma avaliação da aplicação em questão para decidir se o custo computacional vale a pena;
- o filtro dos k vizinhos mais próximos não apresentou um comportamento padrão de tal forma que se possa determinar o valor de k (para janelas com dimensão maior que 3×3);
- no entanto, observou-se que quanto maior o tamanho das janelas, maior foi o valor do RMS (em praticamente todos os casos). Prefere-se no entanto não afirmar nada de forma geral (sendo que como não foi encontrado material referente ao assunto na literatura, seriam necessários estudos mais aprofundados para a conclusão), mas sim apenas que para a imagem chess, com os valores de ruído determinados, não se justificaria a adoção de um tamanho de janela maior que 3×3 . Além do valor do RMS ser crescente, a quantidade de cálculos também é superior.

Finalmente, com base nos testes realizados, pode-se afirmar que:

- para a imagem chess, o filtro que melhor tratou o ruído gaussiano foi o dos k vizinhos mais próximos. Para o ruído impulsivo, o filtro da ordem k atingiu o menor RMS (5), porém durante as aplicações iterativas o filtro dos k vizinhos mais próximos se apresentou mais constante (enquanto este último apresentou um RMS de 11 na quinta iteração, o primeiro apresentou RMS igual a 16). As mesmas classificações foram apresentadas na análise do RMS High;
- na imagem círculo, o ruído gaussiano foi tratado mais eficientemente pelo filtro da vizinhança seletiva. Entretanto, os algoritmos de Nagao e dos k vizinhos mais próximos tiveram um RMS muito semelhante ao primeiro (vizinhança seletiva ficou com RMS em torno de 5, Nagao em torno de 6 e k vizinhos em torno de 7). Em relação ao ruído impulsivo, o filtro de Nagao ficou com RMS em 4 (exceto na primeira aplicação que ficou com 5), o da ordem k em 5 (todos os casos) e o dos k vizinhos entre 5 e 6. Embora o filtro de Nagao seja o melhor classificado, é importante analisar que os outros dois foram próximos a ele.

É importante ressaltar que as conclusões deste trabalho foram baseadas quando possível na literatura disponível. No demais, baseou-se nos testes realizados com as duas imagens especificadas. Neste último caso, as conclusões poderiam em casos específicos ser diferentes, como por exemplo, se fossem escolhidas outras imagens para teste.