

## Eliminação de Ruído em Imagens com Textura

Maurílio Boaventura      Wallace Correa de Oliveira Casaca\*

Depto de Ciências de Computação e Estatística, IBILCE, UNESP,  
15054-000, São José do Rio Preto, SP

E-mail: maurilio@ibilce.unesp.br, wallace.coc@gmail.com,

### RESUMO

Um tópico bastante pesquisado na área de processamento de imagens é o de extração de características. Parte dos estudos voltados para esta linha de pesquisa buscam decompor uma imagem em diversas componentes auxiliares, cada uma retratando um determinado conjunto de características previamente definidas, tal como bordas, contornos, estruturas, ruído, texturas, entre outras. Neste contexto, uma aplicação importante é o problema de eliminação de ruídos em imagens contendo alta concentração de textura, a qual vem sendo recentemente estudada por meio de abordagens diversas tais como as adotadas em [3], [5], [8], [9]. Neste sentido o presente trabalho tem por objetivo tratar o problema ora proposto por meio de um algoritmo híbrido, constituído pela junção de diversas técnicas matemáticas que visam desde a decomposição da imagem a ser restaurada até o processo de remoção de ruídos com preservação dos principais elementos da imagem, tais como textura orientada, detalhes irregulares, bordas, contornos e estruturas.

O algoritmo proposto procura combinar uma equação diferencial parcial não-linear com seletor de parâmetros ótimos tal com a descrita em [1]-[2], com sistemas do tipo wave atoms, introduzidos em [3]-[4], com operadores de morfologia matemática [7] e com técnicas de decomposição de imagens tal com as adotadas em [6]-[10]. O algoritmo proposto não apenas preserva as características oscilatórias bem postas da imagem, mas também preserva texturas mais sensíveis, tais como leves contornos (contornos intrínsecos) e bordas mais afinadas, além de restaurá-las, quando há a necessidade.

Seja  $f$  a imagem de entrada (contendo textura) contaminada por ruído gaussiano aditivo, isto é,  $f(x) = h(x) + n(x)$ , onde  $n(x)$  representa o ruído e  $h(x)$  a imagem original desprovida de ruído. O algoritmo proposto pode ser descrito como um sistema integrado por três etapas essenciais, sendo as duas primeiras compostas por duas sub-etapas subsequentes e a terceira constituída pela composição das duas etapas anteriores. Na primeira etapa o algoritmo efetua a decomposição da imagem  $f$  em duas outras componentes:  $u$  e  $v$ . Aqui,  $u$  contém a estrutura de  $f$  enquanto que  $v$  é dotada da textura e do ruído da mesma. Ainda na primeira etapa, o sistema extrai o ruído presente na componente  $v$ . Já na segunda etapa, o algoritmo extrai a textura da componente produzida no passo anterior e o fundo da mesma, gerando assim uma imagem caracterizada apenas pelos contornos, detalhes irregulares e texturas. Por fim, na última etapa o sistema consiste em recompor as imagens obtidas nos passos anteriores por meio de simples técnicas de balanceamento e ponderação, produzindo, desta forma, a imagem restaurada  $\tilde{h}$  satisfazendo  $\tilde{h} \approx h$ , isto é,  $\tilde{h}$  deve ser totalmente desprovida de ruído e deve conter grande parte dos detalhes da imagem original  $h$ .

Testes experimentais comprovam a boa performance do novo algoritmo em comparação com recentes modelos voltados para o problema em questão, tais como [3], [5] e [9].

---

\*bolsista FAPESP - PPGMAT IBILCE/UNESP

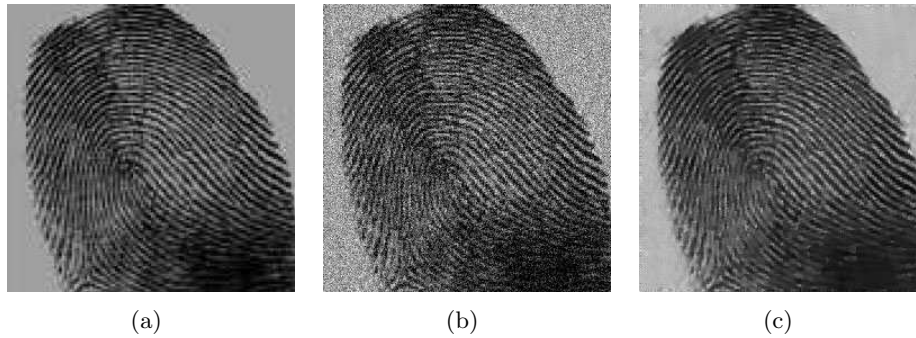


Figura 1: Restauração de uma imagem com textura. (a) imagem original; (b) com ruído ( $SNR = 4.6$ ); (c) restaurada pelo algoritmo proposto.

Também é válido ressaltar que uma grande vantagem acerca do sistema proposto é que ele depende de poucos parâmetros atribuídos pelo usuário, o que minimiza consideravelmente a intervenção do mesmo, tornando-o assim mais consistente do ponto de vista prático e experimental.

**Palavras-chave:** remoção de ruídos, difusão não-linear, detecção de texturas, wave atoms, morfologia matemática, decomposição de imagens.

## Referências

- [1] C.A.Z. Barcelos, M. Boaventura, e E. Silva Jr, A Well Balanced Flow Equation for Noise Remove and Edge Detection, *IEEE Transactions on Image Processing*, pp. 751-763, 2003.
- [2] C.A.Z. Barcelos, M. Boaventura, e E. Silva Jr, Edge detection and noise removal by use of a partial differential equation with automatic selection of parameters, *Computational and Applied Mathematics*, Brazil, vol. 24, n. 1, pp. 131-150, 2005.
- [3] L. Demanet, Curvelets, Wave Atoms and Wave Equations, Ph.D. thesis, California Institute of Technology, 2006.
- [4] L. Demanet, e L. Ying, Wave atoms and sparsity of oscillatory patterns, *Appl. Comput. Harmon. Anal.*, pp. 368-387, 2007.
- [5] G. Gilboa, N. Sochen, and Y. Z. Zeevi, Variational denoising of partly textured images by spatially varying constraints, *IEEE Transaction on Image Processing*, Vol 15, pp.2281-2289, 2006.
- [6] Y. Meyer, Oscillating patterns in image processing and nonlinear evolution equations, *AMS*, Vol. 22 of University Lecture Series, 2002.
- [7] P. Soille, Morphological Image Analysis - Principles and Applications, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2003.
- [8] J. L. Starck, E. J. Candès, e D. L. Donoho, The curvelet transform for image denoising, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol 17, pp. 670-684, 2002.
- [9] G. Plonka, and M. Jianwei, “Nonlinear Regularized Reaction-Diffusion Filters for Denoising of Images with Textures”, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol 17, pp. 1283-1294, 2008.
- [10] L. A. Vese, and S. Osher, Color texture modeling and color image decomposition in a variational-PDE approach, *Proceedings of Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing*, pp. 103-110, 2006.