

基于纹理特征的图像恢复

章勇勤¹ 艾 勇¹ 吴敏渊¹ 马 攀²

(1 武汉大学电子信息学院,武汉市珞喻路 129 号,430079)
(2 武汉大学遥感信息工程学院,武汉珞喻路 129 号,430079)

摘 要:在机器视觉和图像处理领域中,图像去噪是一个极其重要的问题,但在消除噪声的同时也丢失了图像中的纹理边缘信息。针对这一缺点,分析了图像去噪的难点,以 UINTA (unsupervised, information-theoretic, adaptive filtering)方法为基础,对其作了改进,以信号能量为准则,分别从时域和频域的角度提出了一种纹理特征检测算子,利用该算子对滤除的残余图像重新识别,提取出被误判的纹理细节信息,然后把它补偿到滤波后的图像中,获得最终的去噪图像。实验结果表明,该方法在保留图像纹理特征的同时,有效地去除了图像中的噪声信息,提高了图像的信噪比,降低了均方误差,显著改善了图像的视觉效果,具有很强的实用性。

关键词:图像恢复;马尔科夫随机场;纹理;信噪比;均方根误差

中图法分类号:P237.3

为了消除噪声,保留图像的纹理特征,必须选择合适的去噪方法,最终得到清晰的重构图像。传统的图像去噪算法,虽然能够去除图像中的噪声,但也造成图像中的纹理细节损坏。另外,绝大部分图像滤波算法都对信号或衰减特性作了隐含的假设^[1-4],从而导致其不能普遍适用于各种退化图像。因此,通用有效的图像去噪算法有待进一步地深入研究。

图像滤波器从整体上可以分为线性滤波(如均值滤波)和非线性滤波(如中值滤波)两种,非局部均值算法^[5]、非参数隐马尔科夫树模型^[6]、核回归方法^[7]等成为近来研究的热点。当信号中存在非加性噪声时,线性滤波的处理结果很难令人满意,而非线性滤波可以解决线性滤波难以解决的问题。Weissman 等提出了 DUDE(discrete universal denoising)方法^[8],从像素邻域统计的相似性来恢复图像,并应用于文本校正、符号识别、图像去噪等领域中,取得了较好的处理效果。Buades 等^[5]从图像模式及其特征的自相似性出发,提出的非局部均值算法对加性白噪声有很好的去噪效果,但现实中图像噪声通常是有色噪声。Awate 等提出的 UINTA 方法^[9],利用图像的马尔科夫(Markov)性质从不同的上下文,对输入

数据学习其相关的条件概率密度函数同时更新像素值以减少其随机性。然而 UINTA 方法采用减小信息熵作为判决法则,也破坏了原始图像的部分细节。

为了有效地消除噪声的同时尽可能多地保留原始图像信息,本文对 UINTA 方法作了改进,提出了纹理特征检测算子,通过该算子对滤掉的信息重新识别,来提取出被误判的纹理细节,并将其补偿回滤波后的图像中,以达到更符合实际的最终去噪图像。

1 自适应图像滤波

Awate 等提出的 UINTA 方法是基于马尔科夫随机场(MRFs)和信息论的模型,从像素邻域通过减少联合信息熵来提高其预测值^[9]。 $X(\omega, T)$ 表示未退化的原始图像,对于退化图像来说,原始图像具有更低的信息熵,因此,UINTA 方法选用信息熵 h 的梯度作为像素 \hat{x}_i 的变化方向进行更新^[9]。

利用前向差分方程 $\hat{x}^{m+1} = \hat{x}^m - \lambda \partial h / \partial \hat{x}^m$,取时间步长 $\lambda = |T| \sigma^2$,UINTA 滤波算法可表示为:

参 考 文 献

[1] 王黎, 孙云莲. 二维小波变换及 ICA 消除图像混合噪声[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2008, 33 (2): 136-171

[2] 吴江飞, 黄城. 一种采样型平方根滤波及其应用[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2007, 32(8): 696-703

[3] 王文, 芮国胜, 邢福成. 基于数据融合的多尺度图像去噪方法[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2006, 31(4):329-331

[4] 王文波, 费浦生, 羿旭明, 等. 基于提升格式小波包变换的 SAR 图像去噪[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2007, 32(7): 585-588

[5] Buades A, Coll B, Morel J M. A Review of Image Denoising Algorithms, with A New One[J]. Multi-scale Model SIMUL, 2005, 4(2):490-530

[6] Kivinen J J, Sudderth E B, Jordan M I. Image Denoising with Nonparametric Hidden Markov Trees [C]. IEEE International Conference on Image Processing, San Antonio, Texas, 2007

[7] Takeda H, Farsiu S, Milanfar P. Kernel regression for image processing and reconstruction [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2007, 16 (2):349-366

[8] Weissman T, Ordentlich E, Seroussi G, et al. Universal Discrete Denoising: Know Channel[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2005, 51(1):5-28

[9] Awate S P, Whitaker R T. Unsupervised, Information-Theoretic, Adaptive Image Filtering for Image Restoration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2006, 28 (3): 364-376

[10] Gilboa G, Sochen N, Zeevi Y Y. Variational Denoising of Partly Textured Images by Spatially Varying Constraints[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2006, 15(8):2 281-2 289

[11] Schall O, Belyaev A, Seidel H P. Adaptive Feature-preserving Non-local Denoising of Static and Time-varying Range Data[J]. Computer-Aided Design, 2008, 40(6):701-707

[12] Blanc R, Da Costa J P, Stitou Y, et al. Assessment of Texture Stationarity Using the Asymptotic Behavior of the Empirical Mean and Variance [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2008, 17 (9): 1 481-1 490

第一作者简介:章勇勤,博士生。研究方向为图像处理、信号处理以及电路与系统。
E-mail:yongqin2005@tom.com

Images Restoration Based on the Textural Features

ZHANG Yongqin¹ AI Yong¹ WU Minyuan¹ MA Pan²

(1 School of Electronic Information, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

(2 School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: Image denoising is an important and widely studied problem in machine vision and image processing. However, a large number of image denoising methods eliminate noise and discard textures and edges, at the same time. To overcome the shortcomings, the paper makes its improvement on a basis of unsupervised, information-theoretic, adaptive image filter under analysis of difficulties on image denoising. According to the principles of signal energy, a detection operator of textural features is proposed to check the filter residue of the image in the time-domain and the frequency-domain respectively. Textures and details filtered out by mistake during the process of denoising will be extracted as much as possible. After the filtered image is compensated for missing information, the final denoised image is obtained. Experimental results show that the method can retain the image's textures and details, effectively eliminate image noise, increase the signal-to-noise ratio(SNR), reduce the mean square error, and significantly improve the image's visual effect. Thus, it is practicable.

Key words: image restoration; Markov random fields; texture; signal to noise ratio; RMSE