

基于信息特征子空间均匀遍历的图像去噪算法

陆 钊^{1,2}, 李超建²

(1 广西高校复杂系统优化与大数据处理重点实验室, 广西 玉林 537000;

2 玉林师范学院 计算机科学与工程学院, 广西 玉林 537000)

摘 要: 在强干扰环境下采集的远程图像通常含有大量的噪声, 成像质量不好, 需要进行图像去噪处理, 提高图像识别和成像性能. 传统的图像去噪方法采用小波变换噪点平滑处理算法, 在信噪比较小情况下出现视觉偏移, 图像去噪效果不好. 对此, 提出一种基于信息特征子空间均匀遍历的图像去噪算法. 在三角网纹理分区结构模型的基础上, 通过相互近似正交的直线模式建立含噪图像直线模式的方向关系, 进行图像滤波设计, 实现噪点分离, 采用全局非显著性突变信息提取方法, 基于均遍历寻址方式, 实现对图像噪点的特征遍历滤除, 实现图像去噪算法改进. 仿真结果表明, 该算法具有较好的图像去噪性能, 提高对含噪模糊图像的成像质量和识别概率, 峰值信噪比较高, 在远程模糊图像识别等领域具有应用价值.

关键词: 图像; 去噪; 特征子空间; 均匀遍历

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)03—0105—05

Image Denoising Algorithm Based on Information Feature Subspace Uniform Traversal

LU Zhao^{1,2}, LI Chao-jian²

(1 Guangxi Universities Key Lab of Complex System Optimization and Big Data Processing, Yulin 573000, China;

2 School of Computer Science and Engineering, Yulin Normal University, Yulin 573000, China)

Abstract: Remote image acquisition in strong interference environment usually contain a lot of noise, the image quality is not good, the need for image denoising, image recognition and imaging performance improvement. The traditional image denoising methods using wavelet transform noise smoothing algorithm, the emergence of visual offset ratio is small in the case of signal to noise, image denoising effect is not good. This paper proposed an image de-noising algorithm information feature subspace based on uniform traversal. Based on triangular mesh texture partition structure model, the establishment of the noisy image linear model of direction relations by linear mode between approximately orthogonal design implementation, image filtering, noise isolation, with global non obvious mutation information extraction methods, they are ergodic addressing way based on the characteristics of image noise filtering to realize the traverse, implementation improved image denoising algorithm. The simulation results show that the algorithm has better performance in image denoising, it can improve on the quality of imaging and identification probability fuzzy image with noise, peak signal to noise is relatively high, and it has application value in the fields of remote fuzzy image recognition.

Key words: image; denoising; feature sub space; uniform ergodic

收稿日期: 2016—06—08; 修回日期: 2016—07—23

基金项目: 广西高校科学技术研究项目(KY2015YB241, KY2015LX300, 2013LX112); 玉林师范学院创新创业教育课程建设项目(2016CXCYKC15)

1 引言

计算机图形图像处理技术是近年来随着计算机技术和各种传感器技术的大力普及而发展起来的一种先进的数据信息传递和处理技术,通过计算机数字图像处理,可以有效发掘图像中的有用特征,准确提取远程图像目标的特征,提高识别能力.因此对远程图像的采集和处理将在远程目标打击和识别等领域具有重要的应用价值.在强干扰环境下采集的远程图像通常含有大量的噪声,成像质量不好,需要进行图像去噪处理,提高图像识别和成像性能.对远程视频图像的采集和去噪处理一直是图像学科的难点,如果不能对采集的原始图像进行有效图像去噪和增强处理,将会严重影响图像成像质量,因此,研究图像去噪算法具有重要的意义而受到人们的广泛关注.

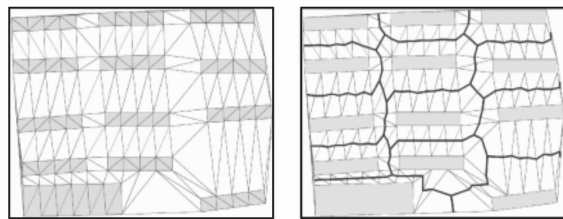
传统方法中,对图像的去噪处理算法主要采用的是基于约束进化时频加权滤波的图像去噪算法和基于粒子群滤波的图像去噪算法,取得了一定的效果^[1-2],其中,文献[3]提出一种基于活动轮廓线法的噪点特征检测和边缘特征增强算法,实现图像去噪,但是这种算法依赖于手工初始化效果的好坏,不能形成自动化处理,人工依赖性太强.文献[4]提出基于区域特征的航拍图像去噪自动识别方法处理,采用区域标记和区域分割的方法实现对远程模糊目标的图像的去噪和三维重构,达到识别图像目标的目的,提取噪点三维特征,但是该算法引入二值像素密度进行梯度均方差的计算,计算复杂度较高.文献[5]提出的图像去噪方法采用小波变换噪点平滑处理算法,在信噪比较小情况下出现视觉偏移,图像去噪效果不好.针对上述问题,本文提出一种基于信息特征子空间均匀遍历的图像去噪算法^[6-10].首先进行图像的信息特征子空间分割处理,对图像的噪点进行特征子空间模型下的纹理分区结构模型构建,设计去噪滤波器,基于信息特征子空间均匀遍历,实现了对图像去噪算法的改进,最后通过仿真实验进行性能验证,展示了本文算法的优越性能.

2 模型构建与图像预处理

2.1 基于纹理分区的含噪图像信息特征子空间模型

本文采用一种基于纹理分区的数学形态学分割方法,进行基于纹理分区的含噪图像信息特征子空间模型构建,分别采用骨架线模式和三角网模式构建含噪图像物的三维纹理模型,得到图像纹理分区

结构模型如图 1 所示.



(a)三角网纹理结构 (b)骨架线纹理结构

图 1 纹理分区特征融合模型

根据上述模型,本文在三角网纹理分区结构模型的基础上,通过相互近似正交的直线模式建立含噪图像直线模式的方向关系图,假设 u_{ik}^* 为含噪图像直线模糊隶属度,把参考图像看成尺度 1,最高尺度为 M ,进行 $M-1$ 次传递迭代,迭代递推公式如下:

$$d_{i+1} = 2F(x_{i+1} + \frac{1}{2}, y_i + 2) = \begin{cases} 2[\Delta x(y_i + 2) - \Delta y(x_{i,r} + \frac{1}{2} - \Delta xB)] & d_i \leq 0 \\ 2[\Delta x(y_i + 2) - \Delta y(x_{i,r} + 1 + \frac{1}{2} - \Delta xB)] & d_i > 0 \end{cases} \quad (1)$$

为了提取两个时刻含噪图像中多源特征数据集,进行初始网格模式信息提取,得到图像的暗原色为

$$\min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{I^c(y)}{A^c} \right) \right) = \tilde{t}(x) \min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{J^c(y)}{A^c} \right) \right) + (1 - \tilde{t}(x)) \quad (2)$$

采用形态学算法过滤噪声,通过扩大和锐化算子过滤噪声前景点,并修正目标区域的小孔.图像阴影会干扰后续的分析工作,对三维特征在高维空间进行二值分类,得到纹理分割尺度为

$$d_{i+1} = 2F(x_{i+1} + \frac{1}{2}, y_i + 2) = \begin{cases} d_i + 2\Delta x & d_i \leq 0 \\ d_i + 2(\Delta x - \Delta y) & d_i > 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中, $I(x, y)$ 用于描述投影图 (x, y) 处的像素值,含噪图像分布的信息特征子空间系统函数如下:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial w} = 0 &\rightarrow w = \sum_{i=1}^N \alpha_i \varphi(x_i) \\ \frac{\partial L}{\partial b} = 0 &\rightarrow \sum_{i=1}^N \alpha_i = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial e_i} = 0 &\rightarrow \alpha_i = \gamma e_i \\ \frac{\partial L}{\partial \alpha_i} = 0 &\rightarrow w^T \varphi(x_i) + b + e_i - y_i \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

当图像需要进行图像去噪处理时,需要进行预

$$pk = \langle x_0, (x_i)_{0 \leq i \leq l}, (x'_i)_{0 \leq i \leq l-1}, (\Pi_i)_{0 \leq i \leq l-1} \rangle \quad (13)$$

对于一幅彩色图像 J , 定义 J^c 代表 J 的某一个颜色分量, 即 RGB 三个通道中的其中一个通道, 采用全局非显著性突变信息提取方法, 基于均遍历寻址方式, 实现对图像噪点的特征遍历滤除, 得到在强干扰环境下的远程模糊图像的信息采集公式为

$$y = \bar{y} + R_t d, z = \bar{z} + R_t d \quad (14)$$

式中, R_t 表示透射率估计值, 对图像网格(Grid) 结构体边缘变化像素点进行估算, 由此实现了基于信息特征子空间的均匀遍历图像去噪处理。

3.2 算法改进实现步骤

根据上述分析, 得到了强干扰环境下采集的远程图像的信息特征子空间均匀便离开融合结果, 采用高亮线条和阴影区域融合的方法实现对强干扰环境下采集的远程图像的三维影像数据提取, 通过信息特征子空间均匀遍历, 实现了图像去噪, 算法实现关键技术描述如下。

(1) 初始化。基于纹理分区的数学形态学分割搜索的强干扰环境下采集的远程图像形状特征, 基于逻辑自映射的变尺度直觉模糊集方法进行含噪图像的高亮线条标定。首先进行控制参数的初始化, 包括最大迭代次数、维数、迭代次数、搜索脉冲频率扰动范围 $[f_{\min}, f_{\max}]$ 等; 接着产生一个初始隶属度矩阵, 选出初始最优个体和全局最优形状特征模型。

(2) 按照在搜索区域内随机初始化强干扰环境下采集的远程图像的噪点阴影区域和亮度区域的个体位置, 在信息特征子空间中进行噪点均匀遍历寻址, 找出最佳位置;

(3) 计算各个数据到图像纹理特征点中心的距离计算, 并变更 U , 采用新的 U , 更新噪点遍历路径, 其中适应度最小的个体为本代的最优的个体, 变尺度动态收缩搜索区域, 形成最优模型, 实现图像去噪。

4 仿真实验与结果分析

为了测试本文算法在实现对强干扰环境下采集的远程模糊图像的去噪性能, 进行仿真实验, 仿真实验的硬件环境为 PC 机, 操作系统为 Windows 7, 系统内存为 4 GB 的普通计算机上采用 Matlab 2012 实现的算法仿真。图像去噪建立在 Greco 图像处理仿真软件基础上, 软件运行所需有关 MFC 的 DLL 库: MFC42D. DLL、MFCD42D. DLL、MFCN42D. DLL、MFCO42D. DLL、MSVCRTD. DLL, 软件运

行所需有关 OpenGL 的 DLL 库: opengl32. dll、glu32. dll、glut32. dll、glaux. dll。以原始的海面远程视景采集图像, 作为实验样本数据集, 大小为 410×418 像元, 分辨率为 0.5 m, 大小为 540×402 。本次试验数据来自于远程海面视景采集图像。为了对比算法性能, 采用本文算法小波去噪算法、特征加权算法进行图像的去噪性能对比, 得到图像去噪仿真结果如图 3 所示。



图 3 图像去噪算法仿真结果对比

根据图 3 的图像所示的去噪结果可知, 本文算法具有较好的图像去噪性能, 通过直观视觉分析可见, 图像通过去噪处理, 成像性能有较为明显的改观, 能有效准确地分辨图中模糊的房屋和小船等特征, 为了定位刻画本文算法的去噪性能, 以峰值信噪比 PSNR 为对比指标, PSNR 越高, 代表图像的去噪质量越好, 在不同信噪比下通过 10 000 次蒙特卡罗实验, 得到图像去噪识别性能曲线如图 4 所示, 从图 4 可见, 采用本文算法, 具有较高的 PSNR, 提高了对含噪图像的检测识别概率。

5 结束语

本文研究了图像杂强干扰环境下的去噪问题, 在干扰环境下采集的远程图像通常含有大量的噪声, 成像质量不好, 需要进行图像去噪处理, 提高图像识别和成像性能。传统的图像去噪方法采用小波变换噪点平滑处理算法, 在信噪比较小情况下出现视觉偏移, 图像去噪效果不好。对此本文提出一种基于信息特征子空间均匀遍历的图像去噪算法。

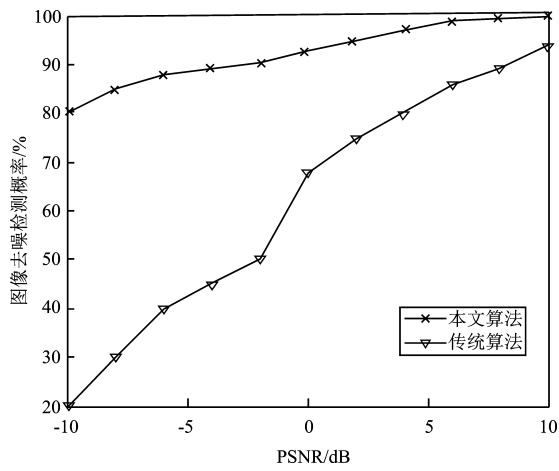


图 4 性能对比

首先进行图像的信息特征子空间分割处理,对图像的噪点进行特征子空间模型下的纹理分区结构模型构建,设计去噪滤波器,基于信息特征子空间均匀遍历,实现了对图像去噪算法的改进,最后通过仿真实验进行性能验证,实验得出,本文算法具有较好的图像去噪性能,提高对含噪模糊图像的成像质量和识别概率,在远程目标识别和图像优化成像处理等领域具有较好的应用价值.

参考文献:

[1] 李艳玲,黄春艳,赵娟. 基于灰色关联度的图像自适应中之滤波算法[J]. 计算机仿真, 2010, 27(1): 238-240.

[2] Cai Z, Wang Y. A multiobjective optimization based evolutionary algorithm for constrained optimization [J]. IEEE Transaction on Evolutionary Computation, 2006, 10(6):658-675.

[3] 罗海驰,李岳阳,孙俊. 一种基于自适应神经模糊推理系统的图像滤波方法[J]. 计算机科学, 2013, 40(7): 302-306.

[4] 杜辉. 基于小波变换的彩色图像中快速人脸检测算法[J]. 科技通报, 2012, 12(28): 89-90.

[5] 孙红辉,王红霞,田涛. 一种基于不变矩和 BP 网络的目标识别方法[J]. 微电子学与计算机, 2011, 28(3): 63-65.

[6] Paris S, Durand F. A fast approximation of the bilateral filter using a signal processing approach[J]. International Journal of Computer Vision, 2009, 81(1): 24-52.

[7] Zhou Yatong, Li Lin, Xia Kewen. Research on weighted priority of exemplar-based image inpainting [J]. Journal of Electronics, 2012, 29(1): 166-170.

[8] Xu Zongben, Sun Jian. Image inpainting by patch propagation using patch sparsity[J]. IEEE Transaction on Image Processing, 2010, 19(5):1153-1165.

[9] Zibullevsky M, Pearlmutter B A. Blind source separation by sparse decomposition in a signal dictionary[J]. Neural computation, 2001, 13(4):863-882.

[10] Li Y Q, Cichocki A, Amari S. Analysis of sparse representation and blind source separation [J]. Neural Computation, 2004, 16(6):1193-1234.

作者简介:

陆钊 男(壮族), (1978-), 硕士, 讲师. 研究方向为图像处理、数据挖掘.

李超建(通讯作者) 男, (1978-), 硕士, 高级实验师. 研究方向为数据挖掘、嵌入式技术. E-mail: jgxyjcj@126.com.