

基于双重滤波与锐化的遥感图像增强算法

田文利

(陕西财经职业技术学院 咸阳 712000)

摘要:为了解决遥感卫星影像普遍存在着亮度、对比度低的问题,提出了基于滤波与锐化的遥感图像增强算法。首先,根据线性运算中核矩阵像素权值特性,设计基于中值滤波与高斯滤波的图像滤波算子。然后,采用图像一阶导数逼近技术,计算图像强度梯度,并采用图像二阶导数计算梯度的散度,从而建立基于 Sobel 与 Laplacian 的图像锐化增强算子,以增强图像对比度。最后,基于非局部均值算法,完成图像去噪,实现遥感图像平滑增强的目的。实验测试结果表明,与当前遥感图像增强技术相比,本算法拥有更高的增强质量,更好地保留了图像的亮度与色度信息。

关键词:遥感图像增强;中值滤波;高斯滤波;一阶导数逼近;二阶导数;Sobel 算子;强度梯度

中图分类号: TP391 TN957.53 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6040

Remote sense image enhancement algorithm based on filtering and sharpening

Tian Wenli

(Shaanxi Technical College of Finance and Economics, Xianyang 712000, China)

Abstract: In order to solve the problems of low brightness and low contrast in multispectral satellite images, a remote sensing image enhancement algorithm based on filtering and sharpening is proposed. First of all, according to the linear computation kernel matrix pixel weight characteristics, design of image filtering median filter and Gauss filter based on enhanced operator. Then the first order derivative approximation is used to calculate the intensity gradient, and the gradient of the image is calculated by using the two derivative of the image. Then the image sharpening operator based on Sobel and Laplacian is established. Finally, based on the non local mean algorithm, the image denoising is completed to achieve the purpose of remote sensing image smoothing and enhancement. The experimental results show that: compared with the current remote sensing image enhancement technology, the algorithm has a higher enhancement effect, and better preserves the image brightness and chrominance information

Keywords: remote sensing image enhancement; median filter; Gauss filter; first derivative approximation; two order derivative; sobel operator; intensity gradient

1 引言

随着计算机科学和航空航天拍摄技术的飞速发展,来自卫星拍摄设备的遥感图像分析已经可以应用在军事、气象和地理等领域^[1-2]。遥感图像是否增强到位是遥感信息分析领域的先决条件,遥感图像分析结果是关键领域(军事遥感地图重点目标识别、气象剧变先兆预测)的核心^[3-4]。地理信息系统作为遥感图像的载体,是航空拍摄、计算机科学、地理学和微电子学多学科综合产物。首先由飞行器航天拍摄完成遥感原始图像采集;然后基于计算机视觉技术对原始图像进行处理,达到增强效果;最后基于

机器学习完成对遥感图像的理解。但是由于实际拍摄环境和拍摄设备的原因,原始图像往往存在亮度低和对比度不足的问题,使后续关键的机器学习模块处在先天不足的背景。基于以上原因,本文针对改善遥感图像质量,提高遥感图像亮度和对比度为出发点,达到遥感图像增强的目的。

在遥感图像增强方面,国内研究人员已经将计算机视觉技术引入到该领域中,对其展开研究,文献[5]提出了一种遥感卫星影像的自适应色彩增强算法,通过分析异常像素值在灰度直方图中的分布特点自适应地确定截止阈值,并利用色彩调整使不同波段间灰度均值趋于一

致,达到图像增强的目的。但是,此技术单纯依靠图像灰度数据做处理,往往忽略了图像对比度信息的提高,而影响了增强效果。邵振峰^[6]提出了改进多尺度 Retinex 理论的低照度遥感影像增强方法,基于 Retinex 理论的算法和经颜色空间变换后对亮度和饱和度分量进行增强的算法进行结合,提出了一种基于多尺度 Retinex 理论的改进算法,在保证色调基本不变的情况下,对亮度和饱和度进行调整,同时加入影像边缘细节特征,使增强后的影像更加符合人眼视觉特性,实现卫星遥感图像的增强。然而,这种技术未充分考虑亮度与对比度的平衡,在提高对比度同时,不能兼顾亮度,影响遥感图像增强的效果。

为了提高遥感图像增强效果,本文结合滤波与锐化的增强技术优势,应用于遥感图像增强处理。根据滤波核矩阵特性,结合中值滤波与高斯滤波,提出综合滤波增强算子。根据图像一阶与二阶微分特性,结合 Sobel 与 Laplacian 锐化方法,设计综合图像锐化算子。最后,采用非局部均值对图像完成去噪,并测试了所提出遥感图像增强技术的性能。

2 本文遥感图像增强算法

为了解决遥感图像亮度低和对比度低的问题,本文从滤波与锐化两个技术角度入手,提出了基于滤波与锐化的遥感图像增强算法,其过程如图 1 所示。首先输入采集到的原始遥感图像,利用中值滤波善于去除斑点噪声的特点,高斯滤波适合去除边缘噪声特点,把两种滤波耦合为综合滤波增强算子。根据图像二阶微分特性,即代表图像强度梯度分明处,综合 Sobel 与 laplacian 用于锐化处理,将两种锐化算子耦合为本研究的图像锐化算子。最后对图像进行非局部均值去噪,完成遥感图像增强。本文将从滤波和锐化两个算子角度分析,并编程实验验证。

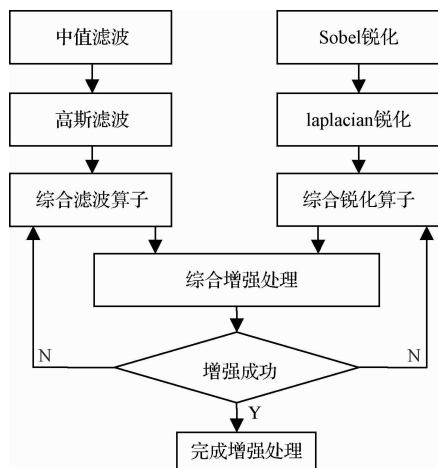


图1 本文机制架构

2.1 基于滤波的遥感图像增强

本文增强对象是初始的遥感图像,首先从图像滤波入

手,图像滤波是一个修改或者增强图像的过程,加强一幅图像中的某些特征或者消除其他特征^[7-8]。根据滤波是一个领域运算,本研究利用在领域内像素集合的值执行中值计算与高斯运算,确定图像中各坐标的像素输出值。图像滤波数学模型公式如下:

$$Q(i,j) = \sum_{m,n} I(i+m,j+n) \cdot K(m,n) \quad (1)$$

式中: $Q(i,j)$ 为图像坐标 (i,j) 处像素值经过滤波后的结果, $I(i,j)$ 为图像坐标 (i,j) 处像素值原始结果, $K(m,n)$ 为滤波核矩阵函数, m,n 为矩阵函数 x,y 的方向参数^[4]。中值滤波公式如下:

$$Z(i,j) =$$

$$MED[f(i-n,j-n), \dots, f(i,j), \dots, f(i+n,j+n)] \quad (2)$$

式中: $Z(i,j)$ 为图像坐标 (i,j) 处像素值经过中值滤波后的结果, $f(i,j)$ 为图像坐标 (i,j) 处像素值原始结果, n 为中值滤波范围 $n \times n$ 领域。

然而,中值滤波处理需结合高斯滤波同步进行,其高斯核函数如下:

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \quad (3)$$

式中: G 为二维高斯核函数,由于图像为二维信息,所以采用二维高斯核函数。高斯滤波公式如下:

$$J(x,y) = G(x,y) \cdot f(x,y) \quad (4)$$

式中: $J(i,j)$ 为图像经过高斯滤波处理的结果, $f(i,j)$ 为图像原始结果。以图 2 为测试样本,其对比度和亮度状态都不好,本文综合中值滤波与高斯滤波,增强处理后,其结果如图 3 所示,明显提高了图像增强效果。



图2 原始遥感图像

2.2 基于锐化的遥感图像增强

得到滤波增强处理图像后,开始进行锐化处理,锐化算法用于突出图像边界和其他精细细节,锐化基于一阶微分与二阶微分,图像一阶微分计算图像强度梯度逼近,二阶图像微分计算图像强度梯度散度,本文基于 sobels 算子^[9]与 laplacian 锐化算法^[10-11],对图像进行锐化处理,过程如图 4 所示。首先,利用计算图像 X,Y 两个方向的二阶微分:

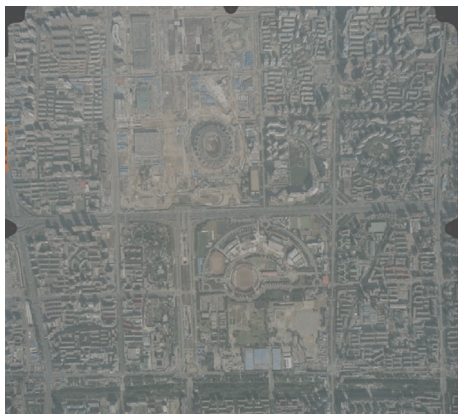


图3 滤波增强结果

$$W_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * I \quad (5)$$

$$W_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * I \quad (6)$$

式中: I 代表处理前图像, W_x 、 W_y 为图像二阶微分结果, 通过整合两个方向上的梯度散度逼近值, 得到 Sobel 梯度幅值^[9]:

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \quad (7)$$

得到 Sobel 梯度幅值, 即 sobel 的锐化结果, 接着进行 laplacian 卷积核计算:

$$L = \begin{bmatrix} 0.5 & 1 & 0.5 \\ 1 & 6 & 1 \\ 0.5 & 1 & 0.5 \end{bmatrix} \quad (8)$$

式中: L 代表 laplacian 锐化卷积核, laplacian 锐化公式如下:

$$R(x, y) = L \cdot \{ [f(x+1, y) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x-1, y)] + [f(x, y+1) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x, y-1)] \} \quad (9)$$

式中: R 为 laplacian 锐化结果, L 为 laplacian 锐化卷积核。

最后, 对图像进行非局部均值去噪处理, 核心思想是用与构成该像素领域相似的若干图像子窗口像素均值代替这个像素, 由于较为简单, 且非本研究重点, 在此不展开赘述。用本文综合锐化算子处理原始图 3, 得到增强效果如图 5 所示。可见, 增强图像的文理细节清晰度较高。

3 实验与讨论

本文增强技术结合滤波与锐化实现遥感图像有效增强, 提高图像对比度和亮度, 而传统方式单纯只依靠灰度信息或者对比度拉伸增强算法, 将当增强性能较好的技术—文献[3]、文献[6]设为对照组, 并基于 VS2010 平台开发实现, 算法实验参数如: 中值滤波邻域(5×5)、高斯滤波邻域(9×9)。

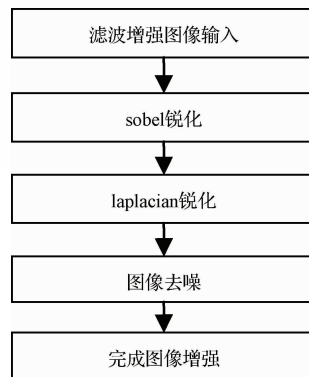


图4 遥感图像频域增强算法过程

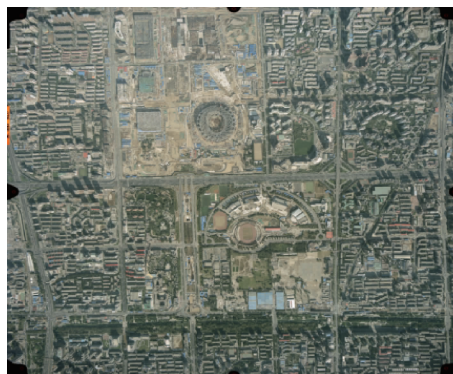


图5 频域增强结果

待处理图如图 6 所示, 图像中地面特征较为模糊、亮度和对比度不足, 本文首先结合中值滤波与高斯滤波处理, 形成综合滤波方法, 处理结果如图 7 所示, 可见亮度与对比度有明显提高。然后结合 sobel 锐化与 laplacian 锐化处理, 形成综合锐化方法, 如图 8 所示, 图像进一步清晰化。综合分析可见, 本文设计的遥感图像增强算法优化了初始成像效果不佳的遥感图像。

利用对照组文献[3]技术处理图 6 时, 此技术单纯依靠图像灰度数据做处理, 往往忽略了图像对比度信息的提高, 往往影响了增强效果。如图 9 所示, 对比度和清晰度不足, 没有得到理想增强效果。

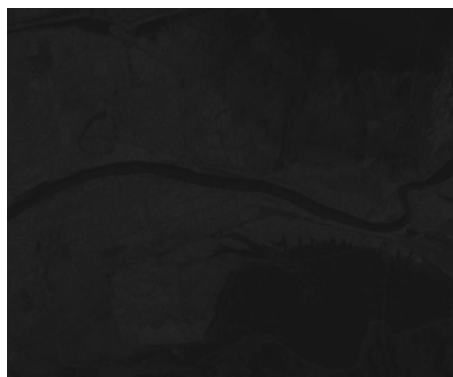


图6 原图



图7 滤波处理结果

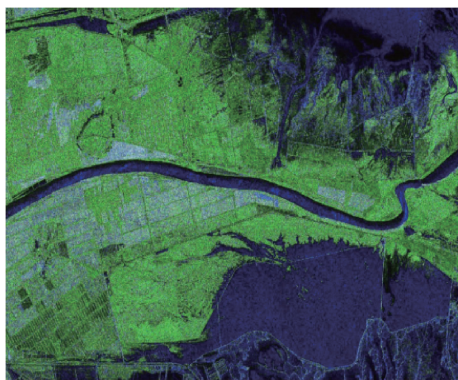


图8 锐化处理结果

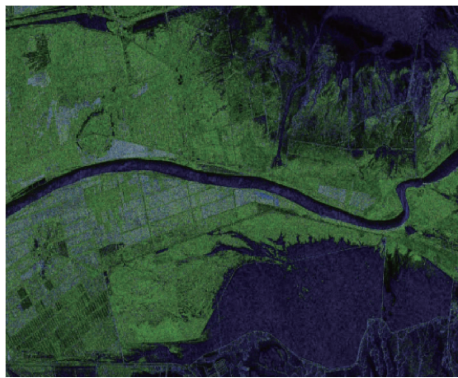


图9 文献[3]增强结果

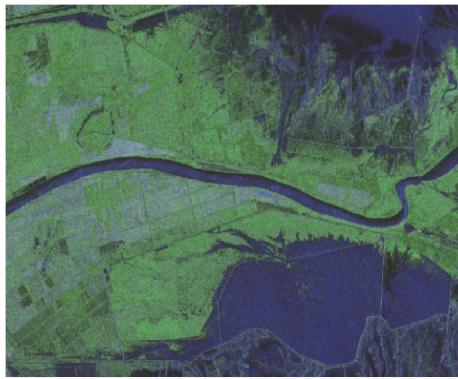


图10 文献[6]增强结果

而利用文献[6]技术处理图6时,这种技术未充分考虑亮度与对比度的平衡,在提高对比度同时,往往不能兼顾亮度,往往会造成增强质量不佳,如图10所示,对比度和清晰度不足,没有得到理想增强效果。

4 结 论

为了解决遥感图像对比度和亮度不足,影响后期遥感图像智能学习的问题,本文提出了结合滤波与锐化的遥感图像增强算法。根据线性运算中核矩阵像素权值特性,设计基于中值滤波与高斯滤波的图像滤波增强算子。然后采用图像一阶导数逼近计算强度梯度,采用图像二阶导数计算梯度的散度,建立基于Sobel与Laplacian的图像锐化增强算子。实验结果表明:相较普通技术,本文具有更好的增强效果。

参 考 文 献

- [1] 顾明,郑林涛,尤政. 基于颜色空间转换的交通图像增强算法[J]. 仪器仪表学报, 2016, 36(8): 1901-1907.
- [2] PU X, JIA Z, WANG L, et al. The remote sensing image enhancement based on nonsubsamped contourlet transform and unsharp masking[J]. Concurrency & Computation Practice & Experience, 2014, 26(3):742-747.
- [3] 曹风云,赵凯,王筱薇. 自适应水下彩色图像增强算法[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(5): 772-778.
- [4] 郭云开. 融合增强型模糊聚类遗传算法与ISODATA算法的遥感影像分类[J]. 测绘通报, 2016, 18(15):42-47.
- [5] 王静静. 基于Shearlet变换和多尺度Retinex的遥感图像增强算法[J]. 计算机应用, 2016, 23(2):171-176.
- [6] 邵振峰. 改进多尺度Retinex理论的低照度遥感影像增强方法[J]. 武汉大学学报, 2016, 6(14):181-185.
- [7] LI C, YANG Y, XIAO L, et al. A novel image enhancement method using fuzzy sure entropy[J]. Neurocomputing, 2016, 215:196-211.
- [8] 谭振坤,冯登超,陈刚. 医学超声病灶图像预处理[J]. 国外电子测量技术, 2015, 33(3): 89-91.
- [9] 金汉均,梅洪洋. Sobel算子在提取视频运动目标轮廓中的应用研究[J]. 电子测量技术, 2015, 37(11): 29-32.
- [10] JIN B, YOU S J, CHO N I. Bilateral image denoising in the Laplacian subbands[J]. Eurasip Journal on Image & Video Processing, 2015(1):1-12.
- [11] 张砚. 基于剪切波变换的反锐化掩膜遥感图像增强[J]. 计算机工程与应用, 2015, 11(17):246-249.

作 者 简 介

田文利, 1980年出生,硕士,讲师,主要研究方向为图像处理,计算机应用。

E-mail:tianwli1980xj@126.com