

文章编号: 1673-9469(2017)04-0090-04

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2017.04.020

基于 MASK 算法的遥感影像匀光处理研究

刘海龙¹, 王贺封², 张安兵², 赵兵杰¹

(1. 河北工程大学 地球科学与工程学院, 河北 邯郸 056038; 2. 河北工程大学 矿业与测绘工程学院, 河北 邯郸 056038)

摘要: 针对现有的 MASK 匀光算法不足现象, 提出一种针对 MASK 结果影像的梯度拉伸算法, 实验证明: 与 2% 线性拉伸和对比度参数拉伸相对比, 该算法在解决遥感影像亮度分布不均匀问题的同时, 保障影像的清晰度, 增强细节反差, 达到很好的匀光效果。

关键词: MASK; 遥感影像; 匀光

中图分类号: TP751.1

文献标志码: A

Study of remote sensing image dodging based on MASK algorithm

LIU Hailong¹, WANG Hefeng², ZHANG Anbing², ZHAO Bingjie¹

(1. School of Earth Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan, 056038, China;
2. School of Mining and Geomatics Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan, 056038, China)

Abstract: Aiming at the shortage of the existing MASK dodging algorithm, a gradient stretch algorithm for MASK image is proposed. Experiments show that, comparing with the 2% linear stretch and contrast parameter stretching, the algorithm can solve the problem of uneven distribution of remote sensing image brightness. At the same time, it can guarantee the sharpness of the image, enhance the contrast of details, reach good effect of dodging.

Key words: MASK, remote sensing images, dodging

在遥感影像的获取过程中, 由于光照条件、地物类别、拍摄角度、大气条件等因素的影响, 影像中会出现亮度分布不均匀的现象, 严重影响影像质量, 增加了影像处理难度。为了消除此问题, 就必须对影像进行匀光处理, 以得到亮度均匀的高质量遥感影像^[1]。目前, 对于单幅遥感影像的匀光处理, 常用的方法主要分为两类: 一类是数学模型法, 但是该方法仅适用于亮度变化缓和的遥感影像的匀光处理; 另一类是滤波法, 选择出合适的滤波器是这类算法的一个难题^[2]。MASK 匀光算法就是滤波方法的一种^[3], 它通过增强高频信息, 抑制低频信息, 从而增强影像的细节反差, 抑制影像的异常亮度变化, 达到匀光目的。实验拟采用 MASK 匀光算法对影像进行处理, 并进行拉伸显示, 常用的拉伸方法包括 2% 线性拉伸和对比度参数拉伸, 2% 线性拉伸

的结果影像匀光效果较差, 不能满足需求; 对比度参数拉伸虽然能取得很好的匀光效果, 但会导致影像清晰度下降。为解决上述两种拉伸方法存在的问题, 提出一种梯度拉伸显示方法, 并通过影像视觉效果分析以及从影像标准差和平均梯度两方面的定量分析, 研究三种拉伸方法的优点和不足。

1 MASK 匀光算法

1.1 算法流程

MASK 匀光法又称作模糊正像匀光方法, 主要针对影像光照不均匀提出的一种方法, 通过对影像局部区域的不同程度光照补偿, 获得光照均匀的影像。MASK 匀光算法主要是将遥感影像看作是亮度不均匀的背景影像和受光均匀影像的叠加。数学

收稿日期: 2017-07-31

特约专稿

基金项目: 河北省教育厅科学研究计划项目(QN2016236); 河北省研究生创新资助项目(16129026)

作者简介: 刘海龙(1992-), 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 从事遥感应用方面的研究。

表达式如下^[4]：

$$g(x)=f(x)+\delta(x) \quad (1)$$

其中, $g(x)$ 为原始影像, $f(x)$ 为背景影像, $\delta(x)$ 为受光均匀的影像, 也即是匀光算法获取的结果影像。背景影像位于影像的低频部分, 主要反映影像的亮度变化趋势, 受光照条件、地物类别、拍摄角度、大气条件等因素的影响较大, 容易出现亮度异常增强或减弱, 不能正确反映像元间真正的亮度关系; 受光均匀的影像位于影像的高频部分, 主要反映影像场景的反射特性, 包含地物细节信息, 而不受光照变化的影响。

MASK 匀光算法通过低通滤波器对原始影像进行滤波处理, 得到模拟亮度分布的背景影像, 再将原始影像与获得的模拟背景影像做相减处理, 并做相应的拉伸显示, 得到最终的匀光影像^[5]。处理流程如图 1:

1.2 滤波器的选取

MASK 匀光算法的关键在于选取合适的滤波器对原始影像进行低通滤波, 从而获得模拟的背景影

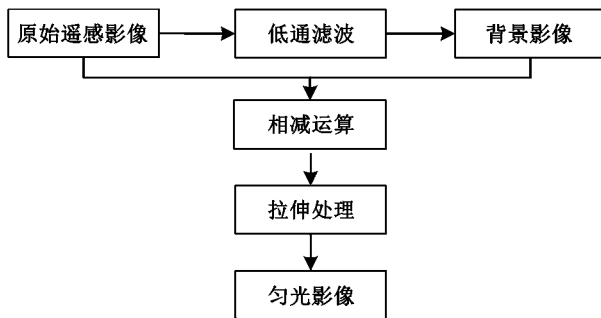


图 1 MASK 匀光算法流程
Fig.1 Dodging algorithm process of MASK

像。滤波器要同时考虑到空间域误差和频率域误差, 但这两个误差又是相互对立的, 其关系描述为:

$$\Delta x \cdot \Delta w \geq \frac{1}{4\pi} \quad (2)$$

其中, Δx 为空间域误差, Δw 为频率域误差, 为了使两者达到最优化, 通常选用高斯低通滤波器^[6]。高斯滤波器中的高斯函数属于正态分布, 标准差 σ 越大, 也即滤波器尺度越大, 参与运算的像元越多, 模糊程度也就越大, 得到的背景影像包含的细节信息越少; 标准差 σ 越小, 也即滤波器尺度越小, 参与运算的像元分布越集中, 得到的背景影像能更好模拟影像的亮度分布, 但是会包含更多细节。背景影像包含过多的影像细节信息, 通过相减运算, 会导致局部细节信息丢失, 降低影像信息量。不同影

像包含的地物信息, 拍摄的外部条件, 亮度分布也不相同, 需要的滤波器尺度也不同。所以选择合适的滤波器尺度需要考虑多方面因素, 并没有固定统一的选取方法。实验中, 通常经过对比分析, 确定最佳的滤波器尺度。

2 拉伸显示

经过相减运算后, 影像的整体, 特别是较暗区域的反差会降低, 为了提高影像的整体反差, 同时保持影像整体反差一致性, 突出影像细节, 保持影像清晰度, 需要对相减后的影像进行拉伸显示处理^[7]。

2.1 2% 线性拉伸

2% 线性拉伸是基于直方图分布, 将相减运算后的影像进行统计运算, 取直方图累积在 2% 处对应的灰度值为最小值 Min, 98% 处对应的灰度值为最大值 Max, 灰度值小于 Min 的, 将其改为 Min; 灰度值大于 Max 的, 将其改为 Max。再对图像灰度值做线性拉伸到 [0 ~ 255] 范围内。数学表达式如下:

$$y = \frac{255}{\text{Max}-\text{Min}} \cdot (x-\text{Min}) \quad (3)$$

其中 x 为拉伸前像元的灰度值, y 为拉伸后对应像元的灰度值。

2.2 对比度参数拉伸

对比度参数拉伸数学表达式如下^[8]:

$$y = \begin{cases} \frac{255 \cdot (x-v)}{255-2 \cdot v} & v < 0 \\ \frac{x \cdot (255+2 \cdot v)}{255} - v & v > 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中, v 为对比度拉伸参数, 试验中 $v=2$; 输出后的影像, 若灰度值大于 255, 令其等于 255; 若灰度值小于 0, 令其等于 0, 从而得到拉伸后的匀光影像。

2.3 梯度拉伸

2% 线性拉伸的匀光效果较差, 而对比度参数拉伸不能保证影像的清晰度, 为了解决两种拉伸方法的不足, 均衡影像的亮度分布, 同时增强反差, 保持影像整体反差一致性, 提出了一种基于直方图分布的梯度拉伸方法。该算法将相减运算后的影像进行统计运算, 灰度值大于直方图累积在 98% 处对应的值, 则改为等于 98% 处对应的灰度值。将直方图累积在 96% 至 98% 之间的灰度值线性拉伸至 96%

至 98% 区间的 1/4 范围;再将直方图累积在 94% 至最大值之间的像元值线性拉伸到 94% 至最大值区间的 1/2 范围。最后,对图像灰度值做线性拉伸到 $[0 \sim 255]$ 范围内显示。

3 实验与分析

实验所用影像为 landsat8 单波段影像(图 2),原始影像中左侧部分亮度明显偏高,大面积的亮斑导致影像细节无法辨识,而影像右上角偏暗,地物纹理辨识度也较低,视觉效果较差。为此,本文通过 IDL 程序语言,编程实现 MASK 匀光和三种拉伸算法,同时为了兼顾影像清晰度和亮度均匀分布,经过多次实验对比,确定效果最佳的高斯尺度为 60,对实验数据进行 MASK 算法匀光处理,并采用以上三种拉伸显示方法进行处理,以对比分析不同方法拉伸效果。

3.1 视觉效果评价

MASK 匀光算法相减后的影像,分别用 2% 线性拉伸、对比度参数拉伸、梯度拉伸进行显示。三种拉伸算法结果影像如图 3。

对比三幅影像,从视觉效果上看,原始影像亮度差异明显,存在过亮和过暗的区域,在这些区域里地物细节较难辨识。通过 MASK 匀光处理后,2% 线性拉伸得到的影像匀光效果一般,亮度差异仍然较大;对比度参数拉伸得到的影像亮度较均衡但是影像清晰度较差;梯度拉伸得到的影像亮度分布均匀,细节突出,亮度分布和反差一致性较好,影像较清晰,达到了很好的视觉效果。

为了更好地展示三种拉伸算法的效果,分别截取了上文大图中框选区域中较暗和较亮区域的放大影像进行对比分析(图 4),发现经过 MASK 匀光算法处理后,在影像较暗区域和较亮区域,2% 线



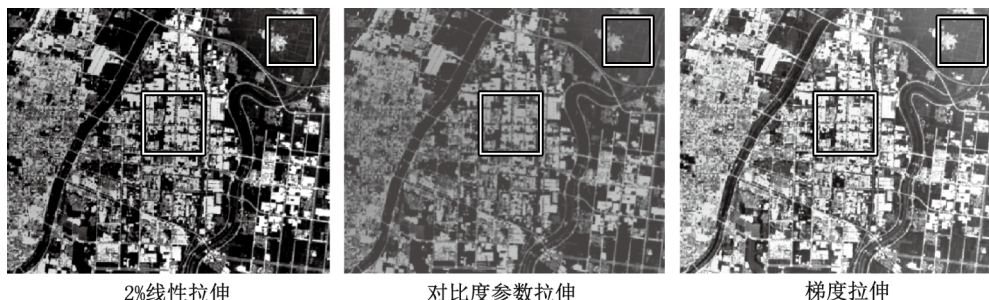
图 2 原始影像
Fig.2 Original image

性拉伸得到的影像较清晰,但匀光效果并不显著;对比度参数拉伸的结果影像清晰度最差;梯度拉伸在匀光效果和影像清晰度之间找到平衡,达到较好的视觉效果。

3.2 定量评价

从标准差和平均梯度两个方面对影像进行质量的定量评价,标准差反映像元灰度值相对于平均值的离散程度,标准差越小说明影像亮度越均匀,分布越均衡。平均梯度反映图像的细节信息,表达影像细节反差的丰富度,平均梯度越大表明影像越清晰,目视效果越好。实验分别将三种拉伸算法下的结果影像的平均梯度和标准差进行对比,结果见表 1。

从实验数据来看,较暗区域和较亮区域的实验数据和影像整体的实验数据趋势保持一致。2% 线性拉伸得到的影像平均梯度和标准差都较高,反映影像清晰但匀光效果差;而对比度参数拉伸得到的影像平均梯度和标准差都较低,反映影像匀光效果好但清晰度较差,两种拉伸方法都不能兼顾影像清晰度和亮度分布均衡。而梯度拉伸得到的影像平均梯度和标准差都较适中,在保证匀光效果的同时,



2%线性拉伸

对比度参数拉伸

梯度拉伸

图 3 原始影像和结果影像
Fig.3 Original image and result image

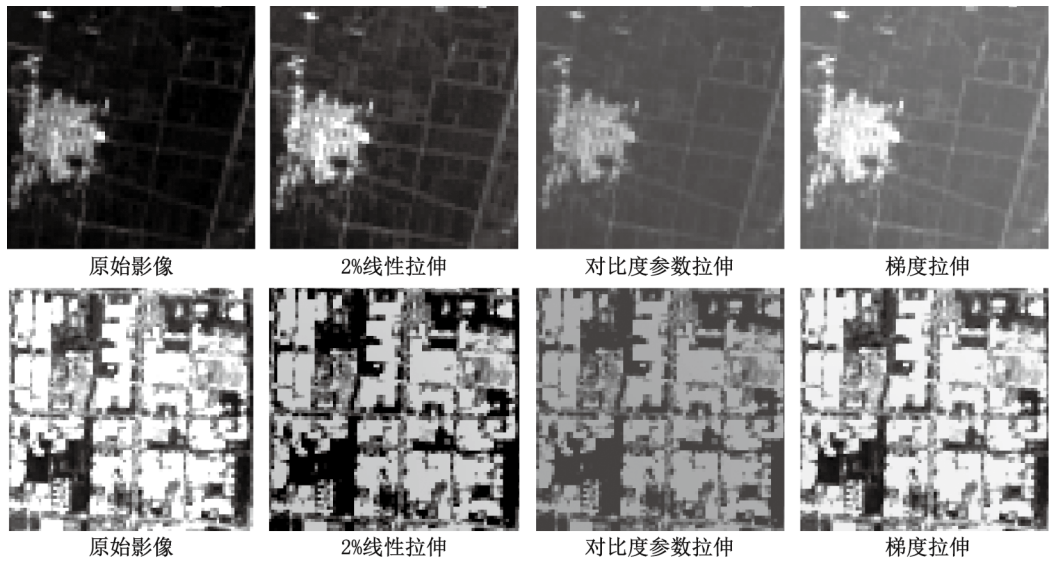


图 4 较暗和较亮区域结果影像
Fig.4 The result of the dark and the bright regions in image

表 1 影像整体和较亮、较暗区域的平均梯度和标准差
Tab.1 The average gradient and standard deviation of the whole image and bright and dark areas

	影像整体		影像较暗区域		影像较亮区域	
	平均梯度	标准差	平均梯度	标准差	平均梯度	标准差
2% 线性拉伸	18.85	56.68	42.79	13.46	82.95	40.56
对比度参数拉伸	9.42	25.77	23.88	7.51	45.41	22.27
梯度拉伸	14.34	42.53	32.81	10.34	74.18	35.62

也提高了影像的清晰度，增强了细节反差，地物细节信息更丰富，达到很好的匀光效果。

4 结论

MASK 匀光算法能很好地模拟原始影像的亮度分布，获得背景影像，相减后获得亮度分布均匀的影像。为了增大细节反差，同时保持影像整体反差一致，对于相减后的影像进行拉伸处理。2% 线性拉伸得到的影像无论从视觉效果还是定量分析来看，都没能达到很好的亮度均衡的效果；对比度参数拉伸结果影像平均梯度较低，影像不够清晰；梯度拉伸获得的影像在影像清晰度和亮度分布均衡中找到平衡，标准差和平均梯度较适中，影像整体亮度均衡，同时保证了影像清晰度，在较暗和较亮区域的细节反差都得到增强，地物细节信息更丰富，达到很好的匀光效果。

参考文献：

[1] 孙 文，尤红建，傅兴玉，等. 基于非线性 MASK 的遥感影像匀光算法 [J]. 测绘科学，2014，39(9)：130-134.
[2] 张 振，朱宝山，朱述龙，等. 小波变换改进的 MASK 匀光算法 [J]. 遥感学报，2009，13(6)：1074-1081.
[3] 王 密，潘 俊. 一种数字航空影像的匀光方法 [J]. 中国图象图形学报，2004，9(6)：744-748.
[4] 余文杰. 遥感影像辐射匀光技术研究 [D]. 郑州：解放军信息工程大学，2012.
[5] 姚 芳，万幼川，胡 晗. 基于 Mask 原理的改进匀光算法研究 [J]. 遥感信息，2013，28(3)：8-13.
[6] 武红宇，方 毅. 一种频率域滤波的航空影像自动匀光算法 [J]. 科技传播，2012，4(16)：148-149.
[7] 张 振，朱宝山，朱述龙. 反差一致性改进的 MASK 匀光算法 [J]. 测绘科学技术学报，2010，27(1)：54-56.
[8] 张 振. 光学遥感影像匀光算法研究 [D]. 郑州：解放军信息工程大学，2010.