

文章编号: 1005-0523(2008)01-0049-04

基于 IHS 和小波变换的遥感图像融合方法研究

张跃进, 谢昕

(华东交通大学 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 基于 IHS 变换法和小波变换法, 提出一种新的图像融合方法. 该方法利用 IHS 变换法增强空间细节表现能力, 利用小波变换法保留 TM 图像的光谱特性, 可以最大限度地保留待融合图像的光谱信息, 同时可提高待融合图像的清晰度和空间分辨率.

关键词: 遥感图像融合; 光谱信息; IHS 变换; 小波变换

中图分类号: TP751.1

文献标识码: A

遥感图像融合是一种通过高级图像处理技术来复合多源遥感图像的技术. 遥感图像融合方法皆属于像素级融合方法范畴, 不同融合方法具有不同的作用、优势及其限制条件, 但其目的都是为了发挥多源遥感数据的优势, 提高融合图像的质量. 目前, 很多融合方法都是在已比较成熟的几种像素级方法基础上发展起来的, 这些研究是 IHS 变换和小波变换的遥感图像融合方法的基础^[1].

IHS 变换方法已经成为图像分析的一个标准过程, 可用于高度相关图像数据的色彩增强, 图像的特征增强, 以及改善图像空间分辨率等融合处理; 可提高地物纹理特性, 增强多光谱图像的空间细节表现能力. 而小波变换融合方法是直接舍弃了全色图像的低频分量, 容易出现分块效应. 小波分解层数的大小也对融合效果产生很大的影响, 如果小波分解层数太小, 则增强后多光谱图像的空间细节表现能力较差, 容易出现地物纹理模糊, 但光谱特性保留程度好; 若小波分解层数太大, 则增强后多光谱图像的空间细节表现能力较好, 但光谱特性保留程度较差^[2].

1 新方法的主要流程

传统的小波变换融合方法是将待融合的 SPOTS

图像与 TM 图像分别做小波分解, 然后对分解后得到的两组系数依据一定的准则进行处理得到一组融合系数, 最后再对融合系数进行小波重构就得到了融合后的图像. 由于直接做系数替换影响了 TM 图像光谱信息的保留, 最终得到的融合图像的光谱分辨率较低. 而传统的 IHS 变换是用 SPOTS 图像直接替换 TM 图像的 I 分量, 由于成像原理和时间不同, SPOTS 图像与 TM 图像的 I 分量相关性一般较差, 导致融合图像光谱退化^[3].

对已有算法的研究分析, 可提出一种新型的 IHS 变换与小波变换相结合的图像融合算法. 该方法融入全色图像的细节信息, 又尽可能的保留了多光谱图像的光谱信息, 从而可使融合图像在保持多分辨率图像的光谱信息和利用高分辨率的空间信息两个方面的性能都得到提高. 为了在融合图像中更好地保留 TM 图像的光谱信息, 将 IHS 与小波变换算法相结合可提出一种新的融合方法——IHS 小波活性测度融合算法.

由于 TM 图像的光谱信息主要由 H, S 分量体现, 而 I 分量反映了图像的空间分辨率, 因此只对 I 分量和 SPOTS 图像进行小波分解融合, 将会在提高空间分辨率的同时更好地保持融合图像的光谱信息.

该算法的算法流程如图 1.

收稿日期: 2007-10-30

基金项目: 华东交通大学校立科研基金(06ZKXX08), 华东交通大学研究生创新基金(YC07C009)

作者简介: 张跃进(1978-), 男, 湖北钟祥人, 华东交通大学信息工程学院讲师、硕士. 研究方向: 图像识别、通信系统安全.

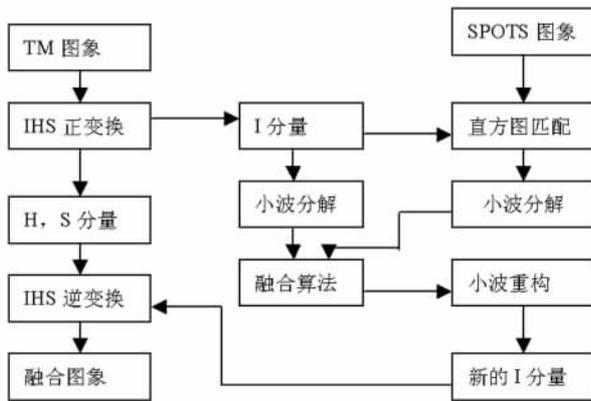


图1 IHS小波融合算法流程图

2 算法的实现

基于 IHS 变换与小波变换相结合的图像融合算法的实现基本步骤如下:

1) 对 TM 图像做基于球坐标模型的 IHS 正变换得到 I, H, S 三个分量;

2) 先对对高光图像分离出的 I 分量以及原始高分辨率图像进行直方图匹配, 然后分别对其进行二维小波变换, 设分解层数为 2;

3) 在两幅图像的小波变换域内, 分别对水平、垂直与对角分量进行融合. 在各尺度 j ($j=1-2$) 上将两幅图像的高频系数进行比较, 把对应位置上绝对值较大的系数作为重要小波系数保留下来, 即

$$\hat{w}_{i,k} = \begin{cases} w_{i,k}^1, & |w_{i,k}^1| > |w_{i,k}^2| \\ w_{i,k}^2, & |w_{i,k}^1| < |w_{i,k}^2| \\ w_{i,k}^1 + w_{i,k}^2 / 2 \end{cases} \quad (2.1)$$

其中 $w_{i,k}^1$ 和 $w_{i,k}^2$ 分别表示两幅图像在各尺度各分量上和小波系数.

4) 对两幅图像经小波变换之后的逼近系数 C_j^1 和 C_j^2 进行处理, 由于图像模糊表示其细节信息(或高频信息)丢失较多, 相比之下, 其整体信息(或低频信息)保持较好. 因此两幅图像经小波分解后其逼近系数之间的差异要远小于小波系数之间的差异, 故融合之后的逼近系数可由(式 2.2)确定.

$$\hat{C}_j = (C_j^1 + C_j^2) / 2 \quad (2.2)$$

5) 利用以上得到的全部小波系数 $\hat{w}_{i,k}$ 以及 \hat{C}_j 中的逼近系数进行二维小波反变换, 由重构式可得融合图像.

注: 根据两幅图像的实际情况, (式 2.2) 可进一步推广为

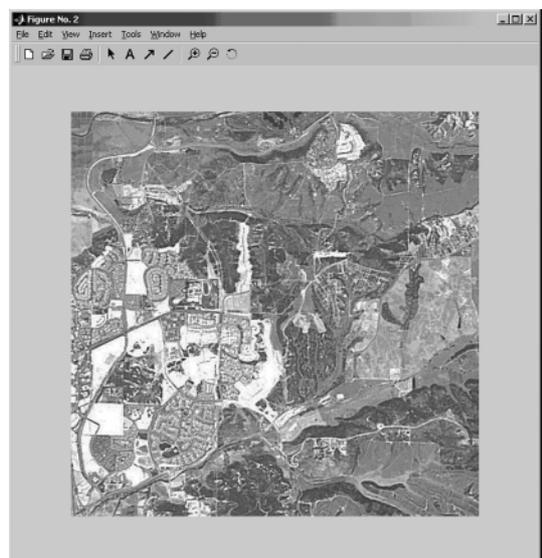
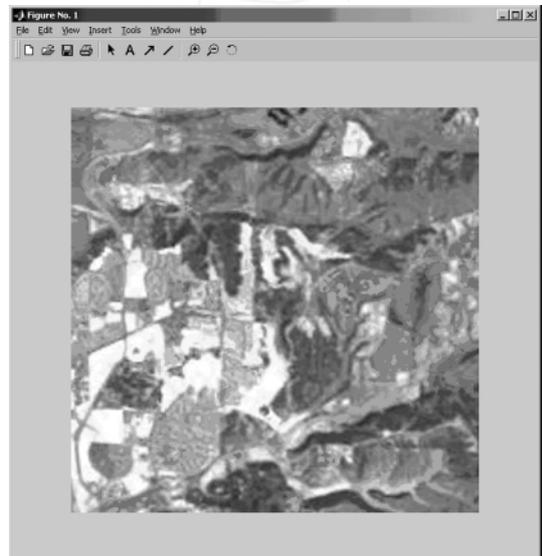
$$\hat{C}_j = \alpha C_j^1 + \beta C_j^2 \quad (\alpha + \beta = 1) \quad (2.3)$$

需要说明的是, 由于 C_j^1 和 C_j^2 差别不大, 因此 α 和 β 的选取对 \hat{C}_j 的影响很小, 故一般取 $\alpha = \beta = 0.5$.

3 实验与分析总结

实验采用基于像素的融合的最大值法, 从各个源图分解得到的 $3 \times N$ 个高频子带小波系数矩阵相应位置上, 选取绝对值大的小波系数作为融合的小波系数, 而对低频子图的系数直接取两者低频的均值, 最后再由小波逆变换得到重构的 I 分量. 小波系数绝对值大就意味着原像素点所带有的信息比较重要, 应该保留在融合结果图像中^[4].

试验数据使用的图像大小为 517×517 像素, 应用最大值法对实验图像进行了融合, 实验结果如图 2 所示.



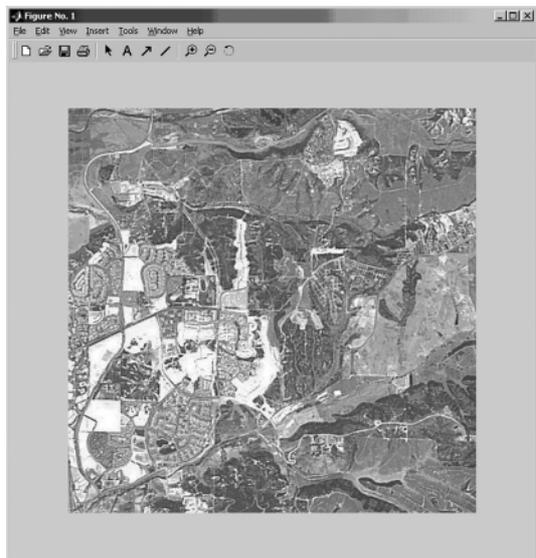


图 2 基于改进方法的图像融合结果

对上面三种方法融合的结果采取如表 1 的一些客观的评价指标来进行比较。

在实验过程中随着分解层数的增加, 融合图像光谱信息的损失越来越大。由于每一次分解的过程, 近似图像被分为分辨率更低的近似图像和三个方向

上的细节图像。随着分解层数的增加, 包含光谱信息的近似图像逐渐减小, 分辨率降低, 信息损失变大, 因此直接导致重构时结果图像光谱扭曲增大。

表 1 融合图像的熵、清晰度、相关系数和光谱扭曲

影象	波段	熵	光谱扭曲	相关系数
原始 TM 图象	R	7.463 3		
	G	7.457 0		
	B	7.446 5		
IHS 变换	R	7.427 9	110.491 9	0.394 1
	G	7.423 6	109.496 5	0.481 3
	B	7.368 0	89.588 0	0.520 9
小波变换	R	7.429 0	110.521 3	0.710 0
	G	7.434 1	109.524 6	0.737 4
	B	7.389 9	89.563 3	0.750 8
新方法	R	7.435 0	90.493 9	0.853 3
	G	7.435 3	89.498 5	0.856 6
	B	7.427 0	79.489 7	0.836 5

根据实验, 当分解层数 $k=2$ 或 $k=3$ 都在光谱信息和细节信息上保持较好。对不同的图片来说, 分解层数的选择可能是不同的, $k=2$ 时光谱信息保持良好, 目视结果也很理想, 所以取分解层数为 2 层。图 3 给出了图像采用小波 2 层分解得到的各个频率分量以及原始和重构图像。

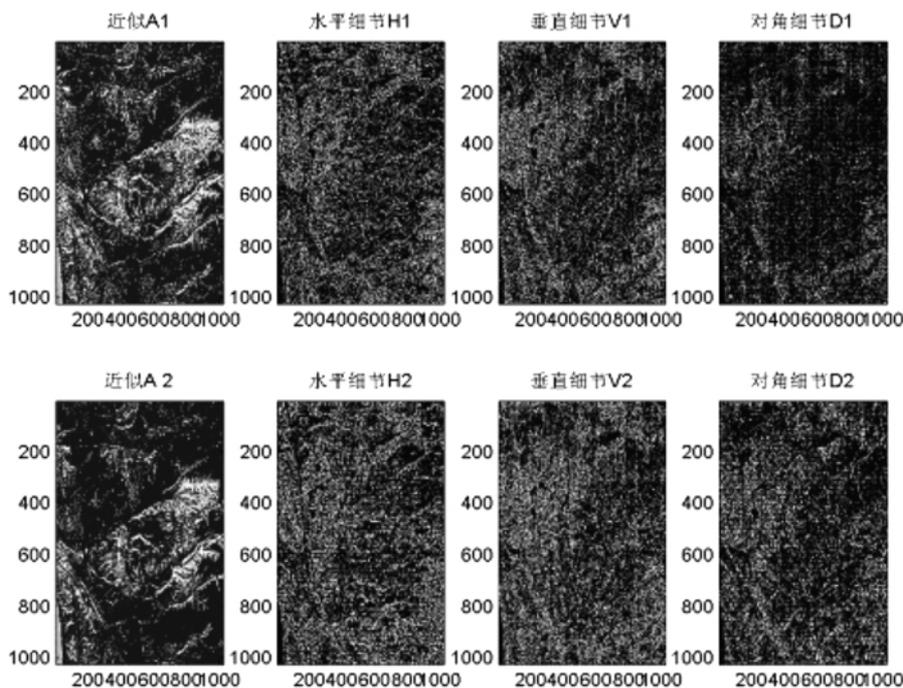


图 3 融合图像的两层分解

对比结果可以看出: 采用 IHS 和小波变换相结合的图像融合方法融合的图像的熵值最高, 其次是小波变换的方法, 再其次是 IHS 变换; 通过对比上表中的光谱扭曲、相关系数两项, 可看出小波变换和 IHS 变换相结合的融合方法的相关系数最大, 且光谱扭曲最小, 由此可见, 小波变换和 IHS 变换相结合的方法比单纯的小波变换或 IHS 变换的方法要优

越, 它较好的保留了原多光谱图像的丰富的光谱信息, 也较大的提高了其空间分辨率。

图像融合的目的是生成的融合图像能够提高遥感图像的解译能力。融合方法不应使原多光谱图像的光谱特性发生畸变, 保证在原始数据中的光谱可分的那些目标在融合图像中仍然是可分的。光谱分辨率和空间分辨率互补的多源遥感图像的融合能够

增强图像的解译性能^[5]. 将 IHS 变换和小波变换相结合的遥感图像融合方法取得了最好的融合效果.

4 结论

小波分解被认为是融合高分辨率图像和全色图像的最优方法, 通过对比小波基函数的选择和小波分解尺度对融合结果的影响, 为小波基、小波分解层数的选择提供了依据. 采用基于 IHS 和小波变换相结合的图像融合方法, 有效地利用了 IHS 变换改善图像空间分辨率, 增强多光谱图像的空间细节表现能力和小波变换克服小波移变的优势, 使融合效果

达到最好.

参考文献:

- [1] 瞿继双, 王超, 王正志. 基于数据融合的遥感图像处理技术[J]. 中国图象图形学报, 2002, 7(10): 985-993.
- [2] 常化文, 陈春香. 一种 IHS 变换图像融合法的改进算法[J]. 微计算机信息, 2007, 4(18): 280-281.
- [3] 季弼程, 魏俊, 彭天强. 基于 IHS 变换与小波变换的遥感图像融合[J]. 数据采集与处理, 2003, 4(18): 268-272.
- [4] 王红梅, 李言俊, 张科. 一种改进的遥感图像融合方法[J]. 光电工程, 2007, 34(7): 50-53.
- [5] 曹闻, 张勇. 基于小波包变换与 IHS 变换的遥感图像融合[J]. 测绘学院学报, 2004, 4(02): 39-42.

Remote Sensing Image Fusion Based on IHS and Wavelet Transform

ZHANG Yue-jin, XIE Xin

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Based on the IHS and wavelet transformation, a new image fusion can utilize the space detail and the function that wavelet transformation reserves the spectrum characteristic of the TM image. IHS scheme makes best use of the information in remote sensing images to be fused and prevents the loss of image information.

Key words: remote sensing image fusion; spectrum information; IHS transformation; wavelet transformation

(责任编辑: 王建华)