

IHS 方法在 QuickBird 数据融合中存在的问题及其改进

张荣群, 赵明, 王志成, 高玲玲, 翟慧卿
(中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083)

摘要: 针对 IHS 变换在 QuickBird 数据融合中存在的光谱扭曲问题, 提出了利用 Visual - Pan 波段和线性加权匹配两种方法进行改进, 并给出了 Visual - Pan 波段方法中系数 α 的最佳取值范围, 以及线性加权匹配融合图像的空间特征与光谱特征达到最佳效果时 Pan 权值 (w_{pan}) 和 I 权值 (w_I) 的最佳取值。结果表明, 对于 Visual - Pan 方法而言, 当 $0.2 < \alpha < 0.25$ 时, 可以获得非常好的融合效果; 而对于线性加权匹配方法而言, 当 $w_{pan} = 3/4, w_I = 1/4$ 时, 融合图像的空间特征与光谱特征可以达到最佳效果。

关键词: QuickBird 数据融合; IHS 变换; Visual - Pan 波段方法; 线性加权匹配

中图分类号: TP 75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 070X(2007)03 - 0036 - 03

0 引言

目视解译在高分辨率 QuickBird 数据应用实践中得到广泛应用, 特别是在新一轮全国土地利用调查中有着特别重要的意义。光谱保真度、图像清晰度以及空间纹理清晰度是提高目视解译准确率的关键问题。解决该类问题的最有效方法是对遥感图像进行融合处理, 但是每种融合算法都有其特定的应用范围, 因此在使用这些算法时, 需要针对特定的遥感数据与用途进行改进。IHS 变换法是遥感图像融合处理中常用的方法之一, 利用 IHS 变换对 QuickBird 数据融合时, 会产生光谱扭曲问题, 它降低了光谱保真度、图像清晰度以及空间纹理清晰度, 影响了 QuickBird 图像在目视解译中的应用效果。因此, 对 IHS 变换在 QuickBird 数据融合中存在的问题及其改进方法进行研究, 具有重要的理论与实践意义。

1 IHS 方法存在的问题与分析

利用 IHS 方法对 QuickBird 数据的全色波段和多光谱波段进行融合的结果表明, IHS 融合从 Pan 波段获得了最多的纹理信息, 其清晰度较高, 但是融合后的图像产生了明显的光谱扭曲, 尤其在植被覆盖度较高的环境中, 这一问题更加突出。造成这一问题的主要原因是由于 QuickBird 卫星全色波段的光谱覆盖范围与进行合成的真彩色影像的光谱覆盖范围不一致。QuickBird 卫星全色波段的光谱覆盖范围为 $0.445 \sim 0.90 \mu\text{m}$, 而相应多光谱影像的光谱覆盖范围蓝光波段为 $0.45 \sim 0.52 \mu\text{m}$, 绿光波段为 $0.52 \sim 0.6 \mu\text{m}$, 红光波段为 $0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$, 近红外波段为 $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$ 。由此可见, QuickBird 全色波段不仅包括了可见光波段也包括了近红外波段。植被在可见光波段表现为较暗的像元, 而在近红外影像上表现为较亮的像元。在对 QuickBird 真彩色影像进行 IHS 变换获得的 I 分量中, 植被大都表现为较暗的像元, 进行 IHS 融合时, 当使用全色影像替换 I 分量时, 由于全色影像中植被表现为较亮的像元, 因而在经过 IHS 反变换后, 植被区域出现明显的光谱扭曲。

光谱覆盖范围与进行合成的真彩色影像的光谱覆盖范围不一致。QuickBird 卫星全色波段的光谱覆盖范围为 $0.445 \sim 0.90 \mu\text{m}$, 而相应多光谱影像的光谱覆盖范围蓝光波段为 $0.45 \sim 0.52 \mu\text{m}$, 绿光波段为 $0.52 \sim 0.6 \mu\text{m}$, 红光波段为 $0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$, 近红外波段为 $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$ 。由此可见, QuickBird 全色波段不仅包括了可见光波段也包括了近红外波段。植被在可见光波段表现为较暗的像元, 而在近红外影像上表现为较亮的像元。在对 QuickBird 真彩色影像进行 IHS 变换获得的 I 分量中, 植被大都表现为较暗的像元, 进行 IHS 融合时, 当使用全色影像替换 I 分量时, 由于全色影像中植被表现为较亮的像元, 因而在经过 IHS 反变换后, 植被区域出现明显的光谱扭曲。

2 改进方法

2.1 Visual - Pan 波段改进方法

由于全色影像中包含部分的近红外影像信息, 所以可以从全色影像中减去近红外影像成分, 从而形成只包含可见光波段信息的可视全色波段(记作 VisPan), 即

$$VisPan = Pan - \alpha \cdot Nir \quad (1)$$

式中, VisPan 为可见光波段的影像光谱值; Pan 表示全色影像的光谱值; Nir 表示近红外影像的光谱值; α 为系数。随着 α 的取值不同, 融合影像的

光谱扭曲度变化如表 1 所示。

表 1 不同 α 取值的融合效果光谱扭曲比较

| α | B | G | R |
|----------|------------|------------|------------|
| 0.10 | 119.780 82 | 144.406 62 | 162.77995 |
| 0.20 | 116.076 82 | 138.685 28 | 161.519 90 |
| 0.25 | 114.210 42 | 137.395 61 | 160.895 20 |
| 0.30 | 113.586 38 | 135.160 46 | 156.135 86 |
| 0.40 | 124.963 72 | 142.267 87 | 169.909 91 |
| 0.00 | 133.673 39 | 157.175 14 | 173.599 97 |

从表 1 可以看出,随着 α 值的增大,融合结果的光谱扭曲值先减少,当 $\alpha = 0.3$ 时,达到最小值,然后随着 α 值的增大逐渐增加。从插页彩片 12 看,当 $\alpha \geq 0.3$ 时(插页彩片 12(d)、(e)),在水域出现明显的噪音,这是因为在近红外波段中,水域的 DN 值较低,当使用较大的 α 值时,Vis - Pan 影像中水域部分的灰度值相对于其它地物的灰度值偏高,在 IHS 变换时,表现为相对较亮的像元,因而出现明显的噪音。同时,采用较大的 α 值时,植被部分变暗,层次不易区分。

综合彩片 12 和表 1 发现,当 $0.2 < \alpha < 0.25$ 时,可以获得非常好的融合效果(彩片 12(b)、(c))。在具体实践中,当场景中水域面积较小时,取 $\alpha = 0.25$;当场景中水域面积较大时,取 $\alpha = 0.2$;其它情况下取值在 $0.2 \sim 0.25$ 之间。

2.2 线性加权匹配方法

利用线性加权方法对 QuickBird 全色波段与多光谱波段进行 IHS 正变换得到的 I 分量进行处理,

改进光谱质量。其方法是:

首先,对经过配准采用 3/2/1 波段组合的真彩色影像进行 IHS 变换,得到 I(亮度)、H(色度)、S(饱和度)分量;

然后,以 I 分量为参考影像,将 Pan(全色波段)与 I 分量进行直方图匹配得到 I' ;

再根据式(2)得到 I_R ,即

$$I_R = w_{Pan}Pan + w_I I' \quad (2)$$

式中, $w_{Pan} + w_I = 1$ 。为了获得合适的 w_{Pan} 和 w_I 值,本文对 w_{Pan} 和 w_I 的取值进行了试验(表 2),并采用光谱扭曲度和平均梯度对融合结果进行了评价。

表 2 试验选取的 w_{Pan} 和 w_I 组合

| 系数 | 组合模式 | | | | |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|
| | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) |
| w_{Pan} | 1/2 | 2/3 | 3/4 | 4/5 | 5/6 |
| w_I | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/6 |

最后,用 I_R 、H、S 做逆变换,得到匹配与加权相结合生成的融合影像。

光谱扭曲度反映了光谱信息的整体差异程度,是光谱信息差异的直观反映,它的值越大,表明光谱失真越严重。影像的平均梯度 \bar{T} 可敏感地反映影像对微小细节反差的表达能力,不仅可用来评价影像的清晰程度,还可以反映影像中微小细节反差和纹理变化特征。一般地说,平均梯度越大,融合结果越好(表 3)。

表 3 不同 w_{Pan} 、 w_I 取值融合结果的 R、G、B 波段光谱扭曲度和平均梯度

| 组合 | 光谱扭曲度 | | | 平均梯度 | | |
|------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| | B | G | R | B | G | R |
| 原始影像 | | | | 4.7488 | 4.6795 | 4.7287 |
| (a) ^① | 105.8556 | 149.5825 | 171.3935 | 9.0573 | 9.4043 | 8.3102 |
| (b) | 113.7046 | 149.8244 | 171.7530 | 11.0364 | 11.5102 | 9.9227 |
| (c) | 118.0301 | 149.9365 | 171.5089 | 12.0684 | 12.6027 | 10.7509 |
| (d) | 119.6668 | 150.0118 | 171.6592 | 12.7076 | 13.2700 | 11.2691 |
| (e) | 121.0386 | 150.0458 | 172.0309 | 13.1316 | 13.7248 | 11.6214 |
| IHS | 133.6733 | 157.1751 | 173.5999 | 15.3584 | 15.7580 | 13.8794 |

^①(a) ~ (e) 为表 2 给出的 w_{Pan} 、 w_I 取值组合

从表 3 可以看出,随着 Pan 波段所占的比重(w_{Pan})逐渐增大,影像的光谱扭曲程度增加,其中以蓝光波段最为明显。与此同时,影像的清晰程度也逐步增加。综合插页彩片 13 的目视效果和表 3 的统计值发现,当 $w_{Pan} = 3/4$, $w_I = 1/4$ 时,融合图像的空间特征与光谱特征可以达到最佳效果(插页彩片 13(c))。

3 结论

尽管使用 IHS 融合方法存在一定程度的光谱扭

曲,但是 IHS 融合获得的影像空间纹理信息非常清晰,而且由于 Pan 波段中近红外分量的存在,使得 IHS 融合后的影像中植被区域非常清晰,能够清楚看到不同植被之间的纹理区别。因此,在利用 QuickBird 影像数据提取植被信息时,使用假彩色影像组合(NIR, R, G)进行 IHS 融合,不仅可以减少光谱扭曲,而且也能够获得空间纹理和光谱特征都非常清晰的影像。

参考文献

[1] 刘哲,郝重阳,刘晓翔,等. 多光谱图像与全色图像的像素级

融合研究[J]. 数据采集与处理, 2003, 18(3): 296 - 301.

[2] 甄 静, 何国金. 高分辨率遥感影像融合存在的问题及改进措施[J]. 遥感信息, 2005, (4): 45 - 48.

[3] 韩 玲, 吴汉宁. 像素级多源遥感影像信息融合的客观分析与质量评价[J]. 遥感信息, 2005, (5): 40 - 44.

[4] 王大鹏, 王周龙, 李德一. 基于 SPOT - 5 卫星影像的胶东地区果园信息分区分层提取方法研究[J]. 国土资源遥感, 2006, (3): 61 - 64.

[5] 齐建伟, 朱德海, 杨清华. 西安市土地利用现状图更新中多源数据的应用[J]. 国土资源遥感, 2006, (1): 66 - 68.

[6] 李存军, 刘良云, 王纪华, 等. 两种高保真遥感影像融合方法比较[J]. 中国图象图形学报, 2004, 9(11): 1376 - 1385.

[7] 孙蓉桦, 郭德方. SPOT - 5 全色与多光谱数据融合方法的比较研究[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(3): 366 - 370.

[8] 许榕峰, 徐涵秋. ETM⁺ 全色波段及其多光谱波段图像的融合应用[J]. 地球信息科学, 2004, 6(1): 99 - 103.

[9] 周前祥, 敬忠良, 姜世忠. 不同光谱与空间分辨率遥感图像融合方法的理论研究[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(1): 41 - 46.

[10] 吴连喜, 梁 波, 刘晓梅, 等. 保持光谱信息的遥感图像融合方法研究[J]. 测绘学报, 2005, 34(2): 118 - 123.

[11] 吴海平, 刘顺喜, 史良树. IRS - P6 与 SPOT - 5 卫星影像在土地利用动态遥感监测中应用的比较[J]. 国土资源遥感, 2005, (4): 42 - 45.

[12] 吴德文, 袁继明, 张远飞, 等. 遥感与化探数据融合处理技术方法及应用研究[J]. 国土资源遥感, 2005, (3): 44 - 47.

[13] Pouran Behnia. Comparison Between Four Methods for Data Fusion of ETM⁺ Multispectral and Pan Images[J]. Geo - spatial Information Science, 2005, 8(2): 98 - 103.

[14] LIU J G. Smoothing Filter - based Intensity Modulation: A Spectral Preserve Image Fusion Technique for Improving Spatial Details [J]. INT. J. Remote Sensing, 2000, 21(18): 3461 - 3472.

[15] Zhang Yun, Hong Gang. An IHS and Wavelet Integrated Approach to Improve Pan - sharpening Visual Quality of Natural Colour IKONOS and QuickBird Images [J]. Information Fusion, 2005, (6): 225 - 234.

THE PROBLEM EXISTENT IN THE IHS METHOD FOR QUICKBIRD IMAGE FUSION AND THE COUNTERMEASURES FOR ITS IMPROVEMENT

ZHANG Rong - qun, ZHAO Ming, WANG Zhi - cheng, GAO Ling - ling, ZHAI Hui - qing
(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Aimed at solve the spectrum distortion problem of the IHS method that exists in the QuickBird data fusion, this paper proposes the utilization of both the visual - pan band method and the linear weighted matching method for its improvement, and provides the best value range of the coefficient α in the Visual - Pan band method as well as the best weighted values of Pan and I when the spatial characteristics and the spectral characteristics of the linear weighted matching fusion image achieve the best result. Tests show that when the value of α is between 0.2 and 0.25, satisfying fusion effect can be obtained, and when the weighted values of Pan and I are 3/4 and 1/4, the spatial characteristics and the spectral characteristics of fusion image can achieve the best result.

Key words: QuickBird image fusion; IHS transform; Visual - Pan band method; Linear weighted matching

第一作者简介: 张荣群(1964 -),男,博士,副教授,主要从事 3S 技术应用研究,已发表论文 30 余篇,出版学术著作 4 部。

(责任编辑:刁淑娟)

香山科学会议研讨遥感找矿面临的新挑战

2007 年 5 月 29 ~ 31 日,第 302 次香山科学会议在北京香山饭店举行。会议主题为“遥感找矿面临的新挑战”。中国地质大学赵鹏大院士、核工业北京地质研究院刘德长研究员、中国遥感应用协会胡如忠研究员担任会议执行主席。来自全国遥感地质应用领域和科研院所、大专院校的专家学者共 40 余人参加了本次会议。

会议围绕陈述彭院士的“矿产资源与遥感信息深度开发应用”、赵鹏大院士的“数字找矿的理论与实践——‘三联式’定量成矿预测”、刘德长研究员的“遥感找矿的新思维与实

践”主题报告,设“遥感找矿深化的科学难题”、“新型遥感探测技术与先进的图像处理方法”、“遥感找矿的多学科交叉与集成”、“应对挑战,抓住机遇,再创遥感找矿的新局面”4 个中心议题开展讨论。达成如下共识:

- (1) 加强遥感找矿基础研究;
- (2) 遥感技术的应用要贯穿找矿、勘探及开采的全过程;
- (3) 要积极开发适合我国遥感找矿特色的图像处理软件;
- (4) 遥感找矿技术要从技术层面上升到科学层面;
- (5) 建议建立国家级遥感找矿的试验基地;
- (6) 建议再召开一次遥感找矿国际学术会议。

(胡如忠)

