

基于LBV数据变换方法的海岸带多光谱影像分类方法研究

张成雯^{1,2}, 唐家奎^{1*}, 米素娟^{1,2}, 马毅³, 郭立萍⁴, 赵理君^{1,2}, 王后茂^{1,2}, 王春磊^{1,2}

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 山东 烟台 264003; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 4. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 在传统的海岸带多光谱影像分类方法的基础上, 提出了运用LBV数据变换方法对海岸带多光谱影像进行地物分类识别的方法, 通过图像数据变换能够分别提取出表示地物总辐射水平、可见光-近红外辐射平衡和表示波段辐射变化矢量(方向和速度) L 、 B 、 V 的值。通过应用青岛海岸带TM多光谱影像, 提取LBV变换图像并与原始假彩色合成图像比较, 分别进行监督分类试验。运用LBV数据变换方法获得的图像信息量更丰富, 地物类别更鲜明, 有利于图像的目视解译, 分类精度提高约3.12%。

关键词: LBV数据变换; 多光谱影像; 海岸带; 图像分类

中图分类号: TP75 文献标识码: A 文章编号: 1672-0504(2010)04-0053-04

0 引言

遥感影像分类方法一直是遥感技术研究中的重点问题。目前发展的遥感图像分类方法可归纳为: 基于传统统计分析的分类方法^[1]、神经网络分类方法^[2]、支持向量机分类方法^[3]、模糊分类方法^[4]、决策树分类方法^[5]、专家系统分类方法^[6]等, 上述方法多侧重分类器本身算法的研究^[7,8]。近年来, 通过数据变换方法进行图像的增强处理, 可提高遥感图像理解以及信息提取解译精度。得到广泛应用的方法主要有KL变换^[9]、KT变换、HIS变换、傅立叶变换、小波变换、多元变化检测变换等。曾志远提出的LBV数据变换方法^[10]能突出植被、水体和裸露地表等典型地物, 为信息识别和提取提供了方便; 同时LBV彩色合成图像上颜色与地物类型存在逻辑对应关系, 据此可准确地提取地物信息。彭笃明等提出基于LBV变换的遥感影像多步骤分类法, 该方法简单易行, 且能达到良好的分类精度, 在遥感图像分类处理中有良好的应用前景^[11]。

近年来, 海岸带遥感地物识别分类技术为海岸带资源环境问题研究提供了新的手段, 并取得初步进展。王宏勇等开展了利用高光谱影像在海岸带精细分类中的方法研究, 证明了高光谱成像技术在海岸带遥感应用中的有效性^[12]。吴均平等运用空间相关分析方法开展了海岸带图像分类研究^[13], 提出了

基于分割图斑的海岸带遥感图像分类方法^[14]; 朱叶飞等提出RS与GIS技术相结合的海岸带分类方法, 并成功应用于江苏海岸带湿地分类研究^[15]; 何厚军等提出基于决策树模型的海岸带分类方法, 并应用于江苏省粉砂淤泥质海岸分类, 获得了满意的分类结果^[16]。应用LBV数据变换方法进行海岸带分类研究未见报道, 而对其效果评价的研究更少。因此, 本文将LBV数据变换方法应用于海岸带遥感图像分类, 以提高遥感图像的分类精度。

1 LBV数据变换方法

LBV数据变换是一种用于卫星图像增强处理和信息提取的方法^[10], 其中: L (The General Radiance Level)表示地物总辐射水平, B (The Visible Infrared Radiation Balance)表示可见光-近红外辐射平衡, V (The Band Radiance Variation Vector(Direction and Speed))表示波段辐射变化矢量(方向和速度)。本文以TM影像为例, 说明该数据变换方法。选取TM影像中的2、3、4、5波段, 设其波段值分别对应 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 , 为横坐标的值, 纵坐标为对应的灰度值DN。根据回归方程: $D_{\lambda_1} = a + b\lambda_1 + c\lambda_1^2$ 、 $D_{\lambda_2} = a + b\lambda_2$ 画出对应的二次和一次回归曲线, 残差值 $V_i = D - D_{\lambda_i}$ (图1)。

综合考虑残差的性质, 则 $V = -V_2 + V_3 - V_4 + V_5$, 即波段辐射变化矢量(方向和速度) V 可用残差的和表示, V 值越大, 表明图像中的灰度值变化越

收稿日期: 2009-11-24; 修订日期: 2010-04-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(40801124); 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-YW-224); 中国科学院信息化专项项目(INFO-115-C0F-SDB4-17); 我国近海洋综合调查与评价专项(908-01-WY02); 中国科学院院长奖获得者科研启动专项“面向遥感数据特点的新型支持向量机遥感信息智能提取算法研究”

作者简介: 张成雯(1985-), 女, 硕士研究生, 从事海岸带环境遥感研究。* 通讯作者 E-mail: jk tang@yic.ac.cn

快。V 为正值时,其类别为裸地,值越大,表示地表裸露程度越大;V 为负值时,表示其类别为植被,其值越大,表示植被越浓密。在进行图像处理时,取 V 的负值,用以表示植被。

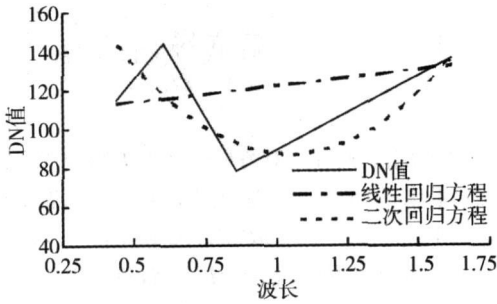


图 1 图像灰度 DN 值及其回归方程
Fig. 1 Grey level curve and its linear regression equation and quadratic equation curves

地物总辐射水平 L 可用在 λ 某一点的 D_λ 值表示,其值越高,表示亮度越大。一般遥感图像上裸露地表的亮度值较大,并且裸露部分越多,亮度越大,因此 L 可以代表裸露地表。可见光-近红外辐射平衡 B 可用一次线性回归方程的斜率值表示,水体的斜率一般较大,因此 B 可以表示水体, B 值越大,表示水体越清澈。

根据灰度值计算变换后的 L、B、V 值分别得到对应的图像,将其分别赋予红色、蓝色、绿色并进行合成,获得突出植被、水体和裸露地表的 LBV 彩色合成图像,其颜色与地物存在着明显的逻辑对应关系。

2 数据与处理

本文选择青岛崂山地区 2006 年 10 月 27 日的遥感 TM 影像,为 1~7 波段的原始图像。为了简化运算,选取了部分图像进行运算,图像左上角的经纬度为 120°7'53.58"E、36°5'13.81"N,右下角的经纬度为 120°6'0.24"E、36°56.71"N。根据 LBV 数据变换算法^[10],结合最大似然监督分类算法,提出应用 LBV 变换 TM 多光谱影像分类算法流程(图 2)。

首先将原始 TM 图像的灰度值线性拉伸至 0~255,应用 TM 影像 LBV 计算的一般公式^[10]:

$$L_0 = 5.101187D_2 - 0.320033D_3 - 4.839463D_4 + 6.349850D_5$$

$$B_0 = 0.607728D_2 + 0.363108D_3 + 0.042044D_4 - 1.012881D_5$$

$$V_0 = 0.649331D_2 - 1.347445D_3 + 0.760016D_4 - 0.061901D_5$$

分别读入 TM 影像的 2、3、4、5 波段并进行运算,得到变换后的 L₀、B₀、V₀ 黑白图像。

对于不同地区的特定图像,需对上述公式进行变换,以得到适用于该图像的 L、B、V 变换公式。这就需要根据 L₀、B₀、V₀ 图像的平均灰度值和标准偏差进行运算,得到 L₀ 的平均灰度值为 212.11964,标准偏差

为 104.75647, B₀ 的平均灰度值为 -8.9404131、标准偏差为 23.681977, V₀ 的平均灰度值为 4.8289397、标准偏差为 7.6029102。根据均值和标准偏差,计算得到适于该 TM 图像的 LBV 变换公式:

$$L = 1.2173919D_2 - 0.076375477D_3 - 1.1549318D_4 + 1.5153838D_5 + 77.377914$$

$$B = 0.64155117D_2 + 0.38331683D_3 + 0.044383962D_4 - 1.0692530D_5 + 137.43799$$

$$V = 2.1351396D_2 - 4.4306883D_3 + 2.4990958D_4 - 0.20354377D_5 + 112.12141$$

根据 LBV 变换公式对 TM 图像的 4 个波段进行数据变换,得到变换后的 L、B、V 黑白图像;将其分别赋予红色、蓝色和绿色,得到最终的 LBV 彩色合成图像,并将该图像与 TM 4、3、2 波段假彩色合成图像采用同一分类模板,用最大似然法进行监督分类,结合野外勘探资料将其划分为 6 种基本地物类型:水体、养殖池塘、有林地、住宅区、裸地、旱地。

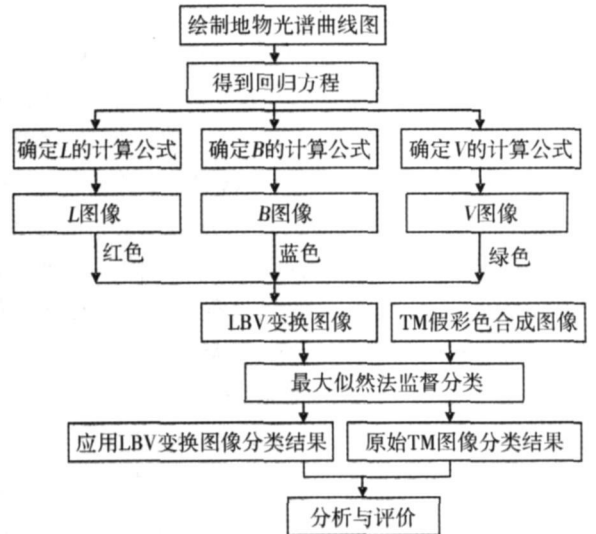


图 2 应用 LBV 变换 TM 多光谱影像分类算法流程
Fig. 2 Flowchart of TM multi spectral image classification based on LBV transformation

3 结果与评价

应用上述算法得到变换后 L、B、V 图像分别见图 3~图 5。其中:图 3 的明暗程度反映了地物 L 值的大小, L 值越大,地物颜色越亮,地物的总辐射水平越高,地表植被就越少,越接近裸露地表; L 值越小,则地物颜色越暗,地物的总辐射水平也就越低。图 4 中地物颜色越亮,表示其可见光-近红外辐射平衡值越大,地物的含水量也就越大,颜色最亮的地方表示清澈的水体; B 值越小,则含水量越少。图 5 中地物的颜色越亮,表示其波段变化矢量(方向和速度)越大,植被也就越浓密;反之, V 值越小,则表示植被覆盖越少。

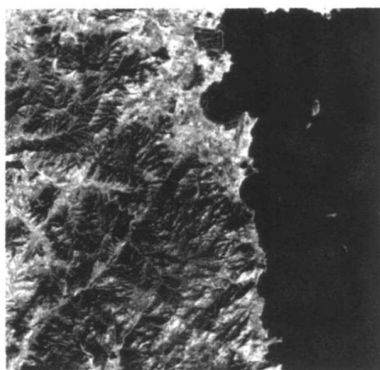


图 3 变换后的 L 图像
Fig. 3 L image transformed from TM images



图 4 变换后的 B 图像
Fig. 4 B image transformed from TM images

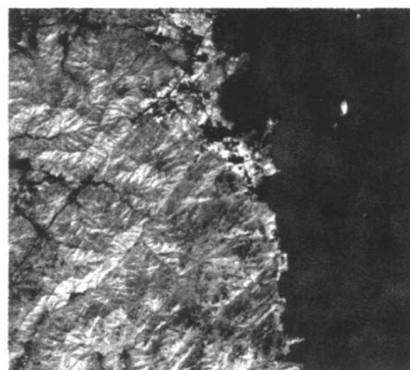


图 5 变换后的 V 图像
Fig. 5 V image transformed from TM images

将 L、B、V 图像分别赋予红色、蓝色和绿色, 得到变换后的 LBV 彩色合成图像如图 6(见封 3) 所示, 蓝色表示水体, 红色表示裸地, 绿色表示植被, 黄色表示植被稀疏区。图像中有林地部分的青蓝色表示山体的阴影部分, 黄色则表示植被较少的林地, 红色则突出表现了山林中的道路或无植被覆盖区域, 而这些特征在 TM 假彩色合成图像中却得不到体现。由图 6 可以看出, 经过 LBV 变换后的影像色彩更分明, 信息量更丰富。

对变换后的 LBV 彩色合成图像与 TM 4、3、2 波段假彩色合成图像分别进行监督分类后得到的图像如图 7(见封 3) 所示。选择训练样本点 260 个, 利用 86 个野外勘探样本点进行验证, 得到分类后的精度, 对分类后的图像进行精度检验。经过 LBV 变换后的分类图像的整体分类精度达 89.06%, Kappa 系数为 0.83; 未经变换的 TM 分类图像的整体分类精度为 85.94%, Kappa 系数为 0.77。这说明, 经过 LBV 变换后的分类图像在精度上明显优于未经变换的图像。

从图 7 中的红色圈注区可以看出, 两幅分类结果图像明显不同。该地区为靠近养殖池塘的浅海区域(为浅水区), 所以在 LBV 变换后的分类图像中被归为一类。但在 TM 影像中, 该区域与住宅区的光谱值十分接近, 故被误判为住宅区, 可见仅依据光谱信息分类容易误判。而 LBV 变换不仅考虑到光谱信息, 还着重突出了植被和水体信息, 能将水体区分出来, 大大提高了图像分类的准确性, 其对于水体的灵敏性可以广泛应用于海岸带区域分类。

与 TM 原始影像分类图相比, LBV 变换后的分类图像在有林地类别中夹杂着属于旱地类别的浅绿色。这是因为经过在 LBV 数据变换后, 图像中的信息量有所增加, 有林地中的阴影部分、植被稀疏部分以及无植被覆盖部分均被突出显示出来。在光谱表

现上, 植被稀疏部分同旱地的光谱相近, 而在 TM 原始影像分类图中却看不到这种情况, 掩盖了真实的地物信息细节。

4 结论

本文应用 LBV 数据变换方法, 以青岛崂山地区的 TM 影像为例, 对海岸带地区的多光谱影像进行数据变换, 将变换后的图像同原始的合成图像进行监督分类。试验结果表明, 运用 LBV 数据变换方法处理后的图像其分类结果的整体精度提高了 3.12%, Kappa 系数提高了 0.06。LBV 数据变换方法能有效区分水体, 对水体或含水量高的地物十分敏感, 该特点适用于含水量丰富的海岸带地区, 可应用于海岸带地区的分类, 尤其适合多光谱图像的运用; 该数据变换方法增加了图像的信息量, 能有效区分各种地物类别, 从而改善了图像分类的精度。但 LBV 变换方法仍属于基于光谱的数据变换, 没有考虑形状、纹理等特征, 因此在分类上仍具有一定的局限性, 如不能很好地将养殖池塘同浅海区域区分开等。

进一步的研究方向是开展 LBV 数据变换与小波相结合的融合方法, 将高空间分辨率图像信息融入其中, 更好地提高分类精度。

参考文献:

- [1] 曹扬, 洪金益. 基于统计分析的遥感图像分类方法[J]. 西部探矿工程, 2008, 20(4): 130-133.
- [2] 哈斯巴干, 马建文, 周自江, 等. 基于气象数据与 AVHRR 热红外数据的人工神经网络分类方法[J]. 中国科学院研究生院学报, 2003, 20(3): 328-333.
- [3] TANG J K, ZHANG X F, CHEN X W, et al. Data oriented composite kernel based support vector machine for image classification[A]. SPIE Proceedings[C]. 2009. 7471.
- [4] 曾建航, 魏萌, 王新辉, 等. 基于知识的遥感影像模糊分类方法[J]. 测绘科学技术学报, 2008, 25(3): 172-175.

- [5] 刘勇洪, 牛铮, 王长耀. 基于 MODIS 数据的决策树分类方法研究与应用[J]. 遥感学报, 2005(4): 405–412.
- [6] 甘淑, 袁希平, 何大明. 遥感专家分类系统在滇西北植被信息提取中的应用试验研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2003, 25(6): 553–557.
- [7] SCHOWENGERDT R A. Remote Sensing Models and Methods for Image Processing [M]. San Diego, CA: Academic Press, 1997. 187–225.
- [8] 章孝灿, 黄智才, 赵元洪. 遥感数字图像处理[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2008.
- [9] BOYD R K. A comparison of the usefulness of canonical analysis, principal components analysis and band selection for extraction of features from TM s data for land cover analysis[A]. Proceedings of the Seventeenth International Symposium on Remote Sensing of Environment[C]. 1983. 1333–1342.
- [10] ZENG Z Y. A new method of data transformation for satellite images: I. Methodology and transformation equations for TM images[J]. Remote Sensing, 2007, 28(18): 4095–4124.
- [11] 彭笃明, 张安定, 李德一, 等. 基于 LBV 数据变换的遥感影像多步骤分类法研究[J]. 测绘科学, 2008, 33(3): 56–58.
- [12] 王宏勇, 董广军, 唐汗松, 等. 海岸带高光谱影像分类技术研究[J]. 海洋测绘, 2004, 24(6): 20–23.
- [13] 吴均平, 毛志华, 陈建裕, 等. 一种加入空间关系的海岸带遥感图像分类方法[J]. 国土资源遥感, 2006, 69(3): 10–14.
- [14] 吴均平, 毛志华, 陈建裕, 等. 一种基于分割图斑的海岸带遥感图像分类方法[J]. 海洋学研究, 2006, 24(2): 70–78.
- [15] 朱叶飞, 蔡则健. 基于 RS 与 GIS 技术的江苏海岸带湿地分类[J]. 江苏地质, 2007, 31(3): 236–241.
- [16] 何厚军, 王文, 刘学工. 基于决策树模型的海岸带分类方法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(5): 25–28.

Research and Evaluation of Coastal Zone Multi-spectral Image Classification Based on LBV Transformation

ZHANG Cheng-wen^{1,2}, TANG Jia-kui¹, MI Su-juan^{1,2}, MA Yi³, GUO Li-ping⁴,

ZHAO Li-jun^{1,2}, WANG Hou-mao^{1,2}, WANG Chun-lei^{1,2}

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061; 4. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the traditional classification methods of coastal zone multi-spectral images, a new method using the LBV data transformation to process multi-spectral images of coastal zone before classified was proposed. LBV data transformation is a new method to process remote sensing images, by which, three basic remote sensing characteristics of the general radiance level L , the visible infrared radiation balance B , and the band radiance variation vector (direction and speed) V can be acquired respectively. Experiments for TM multi-spectral images cover Qingdao coastal zone was carried out, contrastively, the color composite of the digital L , B and V images transformed from original TM2, TM3, TM4 and TM5 images contains visually richer contents, more vivid ground features. The results of classification of the color composite using LBV transformation improved the classification accuracy about 3.12% than that of the original TM2, TM3, TM4 images, which showed that LBV transformation has good potential in coastal zone multi-spectral images classification.

Key words: LBV data transformation; multi-spectral image; coastal zone; image classification

(上接第 52 页)

Method Study on Creating Irregular Triangle Mesh with Regard to Contour Line and Concave Boundary Characteristics

SUN Wen-bin, LIU Xi-liang, LU AN Xiao-hui, WANG Zhi-xiong

(School of Geoscience and Survey Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: A number of local long narrow triangles near concave boundary of contour line are created, if traditional algorithms are used to create TIN. To overcome this deficiency, a new algorithm for creating TIN based gradual triangle expanding is proposed. In this method, expanding principles and scheme of triangle network is designed. The way for redrawing extend edge chains is presented and the method for triangulating the area surrounded by those chains is proposed. At last, contour line data of a coal roof is used to the experiment for testifying the feasibility of this method. The result indicates that the characteristics of contour line are kept and local long narrow triangles near concave boundary are eliminated completely.

Key words: strain edge; triangulated irregular network; contour line; concave boundary