

引用格式: Bie Qiang, He Lei, Zhao Chuanyan. Study on Vegetation Information Extraction based on Object-oriented Image Analysis[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2014, 29(1): 164-171. [别强, 何磊, 赵传燕. 基于影像融合和面向对象技术的植被信息提取研究[J]. 遥感技术与应用, 2014, 29(1): 164-171.] doi:10.11873/j.issn.1004-0323.2014.1.0164

基于影像融合和面向对象技术的 植被信息提取研究

别 强¹, 何 磊¹, 赵传燕²

(1. 兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州 730000;

2. 兰州大学草地农业系统国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 高分辨率影像具有丰富的光谱信息和空间信息。采用不同的图像融合技术融合 GeoEye 影像全色波段和多光谱波段, 用建立的参考多边形和对应多边形残差法评价分割质量, 以确定研究区各地物类型的最优分割参数组合, 选择目标地物分类特征, 建立分类规则, 在此基础上实现研究区内不同地物类型的面向对象信息提取。结果表明: Gram-Schmidt(GS)融合法具有最优的融合效果, 所选特征能够很好地实现目标地物信息提取, 并且具有明确的地学意义, 面向对象信息提取总体精度达到 90.3%, Kappa 系数为 0.86, 该研究为高精度植被信息的提取提供了有效的方法。

关 键 词: 遥感; 图像融合; 影像分割; 面向对象

中图分类号: TP 75 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2014)01-0164-08

1 引 言

植被信息是生态水文研究的重要参数^[1-2]。植被信息的调查方法有实地调查和借助各种遥感数据和图像分析技术的遥感调查^[3-5]。实地调查能够获得准确全面的植被信息, 但是工作量大工作效率较低, 传统遥感信息提取方法得到的结果空间分辨率和提取精度较低, 不能满足植被研究的目标^[5]。随着遥感技术逐渐向高空间分辨率、高光谱分辨率、高时间分辨率以及多传感器、多平台、多角度方向的发展, 为植被信息提取提供了更好的资源。目前多光谱遥感影像的分辨率已达到米级, 全色波段分辨率达到了分米级, 例如 GeoEye、WorldView 等传感器。合适的影像融合算法将全色波段和多光谱影像融合可以提高信息提取的精度^[6-8]。面向对象信息提取方法已成为高分辨率遥感影像信息分析的发展方向^[9-10], 面向对象信息提取方法有两个关键问题:

一是如何合理选择影像分割算法与最佳分割参数, 控制分割多边形特征的尺度因子、形状因子和紧凑度有一定可选范围, 不同的组合产生不同的分割多边形, 这将影响信息提取的精度^[11-16], 大多数实验在选择分割参数时采用重复试验的方法^[3,5]; 二是对象特征选取和分类规则的建立^[5,17]。本文利用 GeoEye 数据, 探讨高分辨率影像融合效果以及最优分割参数组合的选取, 从影像认知和地理学知识角度选取特征进行面向对象信息提取。

2 研究区概况

研究区位于祁连山中段黑河上游的天老池流域, 处于祁连山自然保护区的核心区, 位于 38°23'56"~38°26'47"N, 99°53'57"~99°57'10"E, 总面积 12.8 km², 海拔范围为 2 700~4 440 m, 平均海拔 3 200 m, 流域地形东高西低。研究区年平均气温 5℃, 最热月平均温度为 20℃, 最冷月平均温度为 -18℃, 年降水量

收稿日期: 2012-11-27; 修订日期: 2013-08-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(91025015, No. 30770387), 环境保护公益性行业科研专项(NEPCP 200809098)。

作者简介: 别 强(1986—), 男, 甘肃武威人, 硕士研究生, 主要从事遥感与 GIS 应用研究。E-mail: bieq@qq.com。

通讯作者: 赵传燕(1963—), 女, 甘肃兰州人, 博士, 教授, 主要从事生态水文与环境模拟研究。E-mail: nanzhr@lzb.ac.cn。

为 433 mm,年平均蒸发量为 1 080 mm。流域内主要地物类型为青海云杉、祁连圆柏、灌丛、高山草甸、干草原、裸岩和河流等。青海云杉和祁连圆柏是研究区

优势种,两者的生境在坡向上差异明显,青海云杉主要分布在阴坡半阴坡,而圆柏主要分布在阳坡,图 1 是天老池在我国大陆的位置和 GeoEye 影像图。

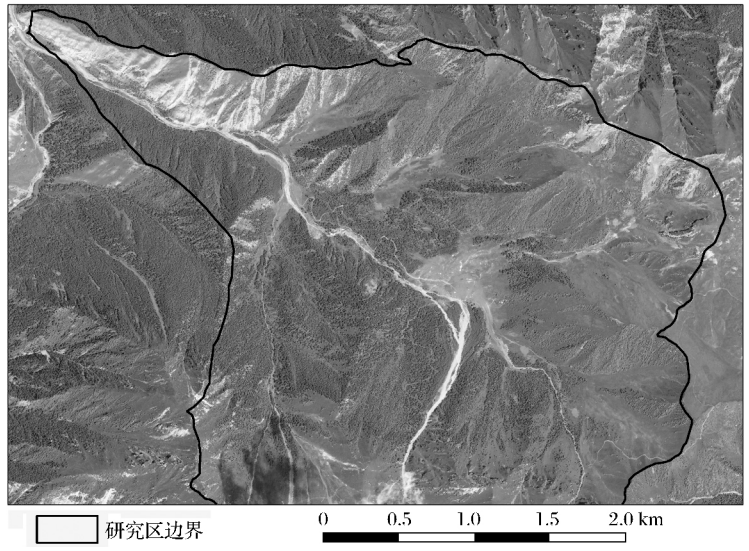


图 1 研究区位置及研究区 GeoEye 影像图

Fig. 1 The location of study area and the GeoEye image of study area

3 数据及方法

3.1 数据来源

本文使用的影像数据为美国 GeoEye-1 影像, GeoEye-1 是太阳同步轨道卫星,轨道高度 684 km,运行周期 98 min。该卫星携带高分辨率的 CCD 相机,获取的全色波段空间分辨率高达 0.41 m,多光谱波段为 1.65 m。本研究影像获取时间是 2012 年 8 月 4 日,获取时间为当地时间 10:30。

其他辅助数据:研究区 1:5 万地形图,通过数字化地形图提取的分辨率为 5 m 的 DEM 与由 DEM 提取的坡向,研究区地物类型实地调查数据。

3.2 数据预处理

3.2.1 GeoEye 数据的正射校正和辐射定标

利用研究区的 DEM 和 RPC 文件以及明显地物的定点数据,对影像进行正射校正,纠正后影像误

差在 1 个像元以内。完成正射校正以后,对影像进行辐射定标,其目的是将无量纲的 DN 值转化为传感器接收的光谱辐射值。图像辐射定标可以按照式(1)进行运算^[18]。

$$L_{\lambda} = G_{\text{rescale}} \times Q_{\text{cal}} + B_{\text{rescale}} \quad (1)$$

其中: L_{λ} 为传感器接收到的光谱辐射值, G_{rescale} 为每个波段的增益值, Q_{cal} 为图像的 DN 值, B_{rescale} 为每个波段的偏移值,影像的增益值和偏移值均在头文件中获取。

3.2.2 GeoEye 数据的辐射校正

为消除、减少大气分子和气溶胶的散射、吸收对地物反射率的影响,对辐射定标后的 GeoEye 数据进行了辐射校正,方法采用 ENVI 中的 FLAASH 模块,该模块嵌入 MODTRAN4 辐射传输代码,可以为影像选择标准 MODTRAN 模型大气和气溶胶类型进行大气校正。大气校正涉及的主要参数见表 1。

表 1 GeoEye 影像 FLAASH 校正的主要参数

Table 1 Main parameters of FLAASH correction for GeoEye image

参数名称	影像中心点的经度	影像中心点的纬度	传感器平均高程	分辨率	地面高程
数值	99.91°E	38.42°N	684 km	2 m	3.20 km
参数名称	反射波段转换比例	飞行的日期	GMT 标准时间	大气模式	气溶胶模式
数值	4	2010.08.04	10:30	MLS	Rural

3.3 影像融合

影像融合技术结合了不同传感器、不同时相、不

同分辨率的海量遥感数据各自优点,按一定算法对空间配准的影像进行运算得到新的影像,融合后的

影像能够更好地解释和描述被感知的对象或环境,能够减少或抑制被感知对象或环境中可能存在的多义性、不完全性、不确定性和误差,最大限度地利用各种信息源提供的信息,产生比单一信息源更精确、完全、可靠的估计和判断^[8,18]。高空间分辨率影像提供了丰富光谱信息的多光谱波段和高空间分辨率信息的全色波段,影像融合将两个优点有机结合,极大地提高了遥感数据的精度,使得处理后的影像既有较高的空间分辨率,又保留了多光谱的特征^[18]。目前主要的融合算法包括 CN 融合法、Brovey 变换融合法、主分量变换融合法(PCA)和 Gram-Schmidt (GS)融合法^[18-19]。

CN 波谱锐化的彩色标准化算法也被称为能量分离变换(Energy Subdivision Transform),它使用来自锐化图像的高空间分辨率波段对输入图像的低空间分辨率波段进行增强。Brovey 法也称色彩标准化变换融合,先标准化多波段数据,再乘以高分辨率影像。PCA 是一种基于统计学的有效图像分析方法之一,也是有效的影像融合方法。具体可分为参与法与替换法。参与法指将所有的影像包括高分辨率影像一起做主成分变换,然后再做逆变换得到融合影像。替换法指先将多光谱影像进行主成分变换,然后将高分辨率影像同得到的第一主成分进行直方图匹配,再用其代替第一主成分进行主成分逆变换得到融合影像。GS 变换法是线性代数和多元统计中常用的方法,它可以对矩阵或多维影像进行正交变换,消除相关的多光谱波段之间的相关性。GS 变换与 PCA 的区别是 GS 变换后各分量只是正交,各分量所包含的信息量相差不大,这样可以改进 PCA 中信息过分集中的问题^[20]。

3.4 分割参数选取

在面向对象信息提取中,影像分割是非常关键的步骤,分割的多边形是面向对象分类中的单元,分割质量的好坏直接决定最终的分类精度^[5,13-16]。分割尺度、形状因子和紧凑度是影像分割的重要参数,影像分割的目标就是通过分割参数的组合使对象的内部同质性和对象间的异质性最高^[10]。残差方法作为一种评价分割质量的方法得到广泛的应用^[10,14],图 2 是参考多边形、对应分割多边形以及重叠区、过分割和欠分割部分示意图,图像的分割质量用参考多边形和对应分割多边形的残差评价,残差包括欠分割部分和过分割部分,残差越小意味着分割多边形和参考多边形越接近,分割的效果越好^[10,14]。参考多边形是研究者根据研究目标确定

的不可分割的有边界的地理区域,它应该很容易和环境区分。本文通过人机交互和实地调查创建了参考多边形,在研究区主要地物类型中分别建立参考多边形数据集 R,相应的影像分割多边形数据集 S。优质率(Quality Rate, QR)、过分割率(Over-segmentation Rate, OR)、欠分割率(Under-segmentation Rate, UR)和距离(Euclidian Distance, ED)等 4 个参数为评价分割质量的参数,如下式:

$$QR = 1 - \frac{\sum |r_i \cap s_k|}{\sum |r_i \cup s_k|} \quad (2)$$

$$OR = \frac{\sum |s_k - r_i|}{\sum r_i} \quad (3)$$

$$UR = \frac{\sum |r_i - s_k|}{\sum r_i} \quad (4)$$

$$ED = \sqrt{\frac{OR^2 + UR^2}{2}} \quad (5)$$

其中: r_i 是参考多边形, s_k 是分割多边形, $|r_i \cap s_k|$ 、 $|r_i - s_k|$ 和 $|s_k - r_i|$ 代表重叠部分、欠分割部分和过分割部分。本文在选择分割参数时通过初步试验,分割尺度的范围为 80~160,步长为 20,形状因子和紧凑度因子的范围都是 0.1~0.9,步长为 0.1,共有 405 个组合。

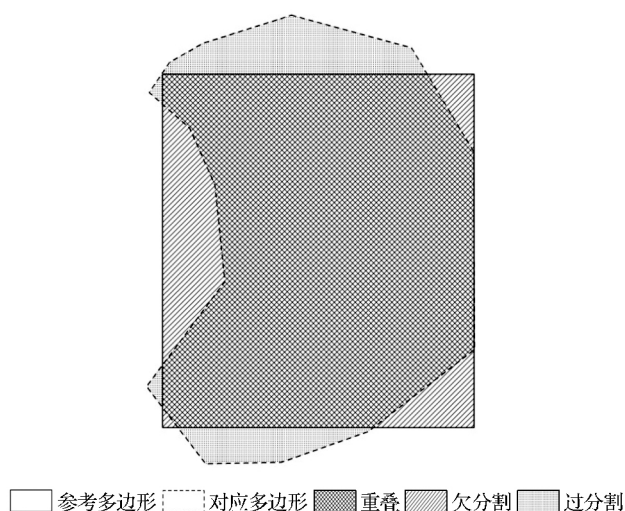


图 2 参考多边形和对应多边形残差示意图

Fig. 2 An illustration of discrepancies between reference and corresponding segments

3.5 特征参数选择

分割后的影像对象不仅有地物的光谱信息,还具有纹理、形状、上下文特征^[21-22]。研究区地物以植物为主,归一化植被指数可以突出地物信息,是提取植被的常用特征^[18]。计算公式如式(6):

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_R) / (\rho_{NIR} + \rho_R) \quad (6)$$

其中: ρ_{NIR} 为近红外波段的辐射值, ρ_R 为红光波段的辐射值。

地形影响着土壤热量、水分以及太阳辐射,是决定植被分布的关键要素,在本文中通过 DEM 提取坡向以及 DEM 本身作为对象的特征。

4 结果与分析

4.1 数据融合效果分析

图像融合的方法会导致遥感数据的失真,为此对常用的融合方法进行了对比分析,如图 3 所示。

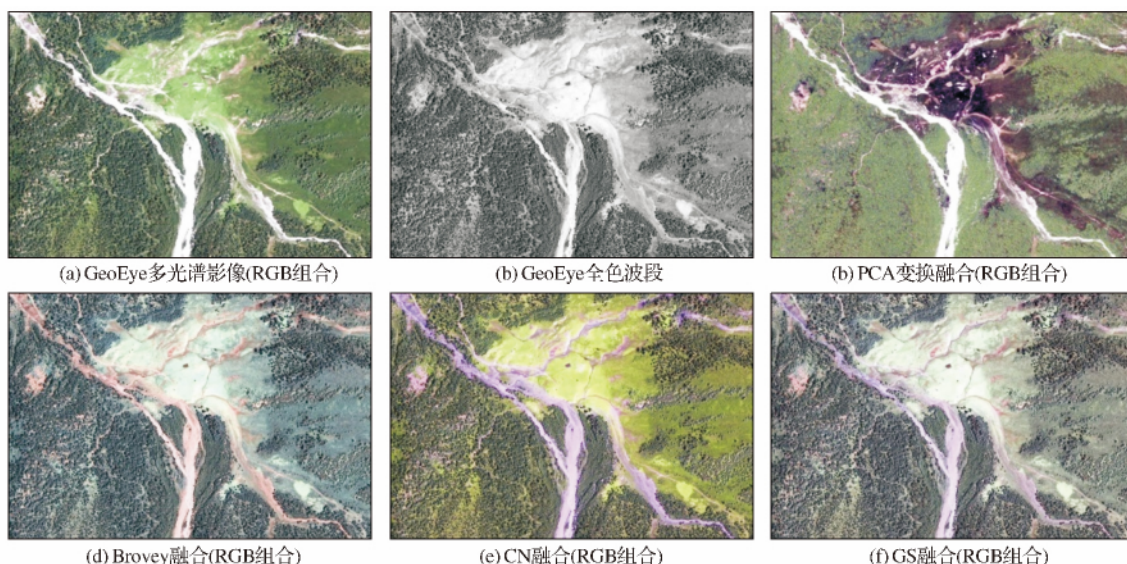


图 3 GeoEye 多光谱与全色波段融合效果图

Fig. 3 The visual effects of image fusion with multispectral and Panchromatic bands

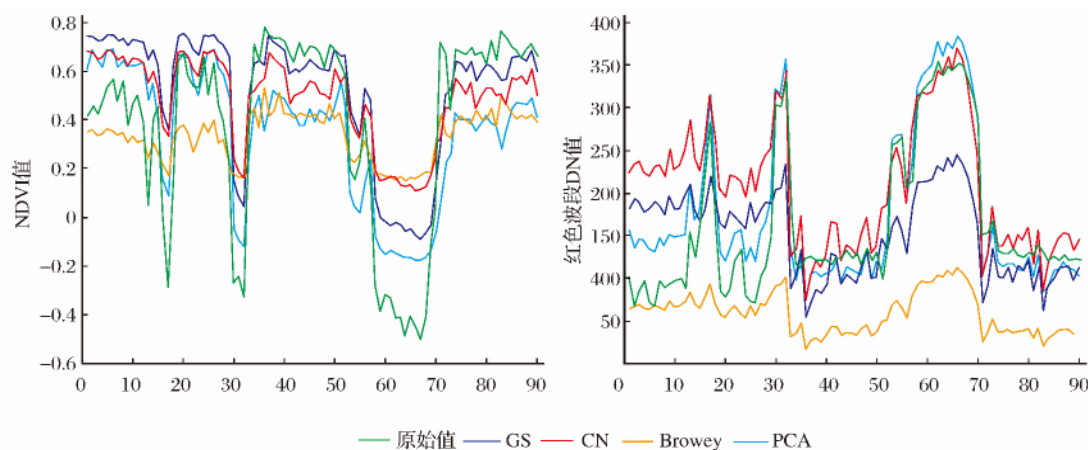


图 4 不同融合算法的 NDVI 值和 DN 值比较

Fig. 4 The NDVI and DN value comparison of four image fusion methods

4.2 多尺度分割参数选择

分别建立研究区青海云杉、祁连圆柏、灌丛、高山草甸、干草原、裸岩和河流等地物类型的参考多边形,

从目视效果看,4 种融合方法中 GS 融合方法得到的影像在灰度、对比度、清晰度和纹理方面较好。

图 4 显示的是 4 种方法融合后影像的红光波段 DN 值和 NDVI 值与原始影像红光波段的 DN 值和 NDVI 值的比较。Brovey 融合算法得到的 NDVI 值和 DN 值与原始值差别较大,PCA 方法融合后红光波段的效果较好,但 NDVI 值与原始 NDVI 值相差较大,CN 方法融合得到的 NDVI 值和 DN 值与原始值接近,在 4 种融合算法中 GS 融合算法效果最好,NDVI 值和 DN 值与原始值接近而且目视效果也较好。因此,选择 GS 方法对 GeoEye 数据进行了融合。

每个地物类型建立 6 个参考多边形。分割尺度决定生成最小影像多边形的大小,分割尺度值越大,分割生成的对象多边形面积越大数目越少^[23-24]。在本文

中分割尺度取值为 $\{80, 100, 120, 140, 160\}$, 形状因子和紧凑度取值都为 $\{0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9\}$, 3 个分割参数共 $5 \times 9 \times 9$ 种组合。通过不同的分割参数组合, 将影像进行分割, 生成多边形(S),

在 ArcGIS10.0 软件中和参考多边形(R)重叠分析得出重叠部分、过分割部分和欠分割部分, 最后计算优质率(QR)、欠分割(UR)、过分割(OR)以及距离(ED)。各地物类型的分割参数组合和评价指标见表 2。

表 2 各地物类型最优分割参数组合

Table 2 Optimal combinations of parameter value selected by QR, ED for seven land cover categories with GeoEye image

地物类型	青海云杉	祁连圆柏	灌丛	高山草甸	干草原	河流	裸岩
QR 排序	0.155	0.1341	0.12	0.156	0.142	0.082	0.103
分割尺度	100	120	140	140	120	80	100
形状因子	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5	0.1
紧凑度	0.6	0.5	0.8	0.4	0.3	0.3	0.4
ED 排序	0.562	0.488	0.326	0.614	0.484	0.241	0.307
分割尺度	120	140	120	100	120	80	120
形状因子	0.2	0.2	0.4	0.1	0.3	0.4	0.1
紧凑度	0.4	0.6	0.5	0.8	0.4	0.2	0.3

从表 2 可以看出各地物类型多尺度分割的最优分割参数, 青海云杉、祁连圆柏、灌丛、高山草甸和干草原分布面积较大, 较大的分割尺度可以取得较好的效果, 研究区各地物的最优分割尺度集中在 120, 尤其是主要植被类型最优分割尺度为 120。形状和光谱是一对互补的参数, 形状因子为 0.3, 则光谱因子就为 0.7, 研究区各地物类型光谱差异较大, 利用光谱信息可以更好地区分主要植被类型, 研究区各地物的最优分割形状因子集中在 0.2。紧凑度和平滑度是一对互补的参数, 研究区各地物的最优分割紧凑度集中在 0.4。为了精确提取各植被类型, 本文选取的分割参数组合为 $[120, 0.2, 0.4]$ 。

4.3 规则集建立及面向对象分类

光谱特征是遥感分析的基础, 是分类中重要的特征^[12-13], 在研究区最优分割参数组合 $[120, 0.2, 0.4]$ 分割结果中提取对象样本, 每个类别抽取 10 个样本, 制作光谱图谱, 如图 5 所示。

形状特征是地物轮廓在影像平面上的投影, 它在一定程度上反映出地物的构造特征, 这些特征作为区别于其他地物的关键特征^[18]。从研究区影像特征来看, 形状特征最为明显的为河流, 呈现长条状, 其他地物形状成面状, 本文计算分割对象的长宽比 R (式(7))作为河流和其他地物尤其是光谱特征相似的裸岩区分的依据。

$$R = \frac{l}{w} = \frac{\text{eig}_1(S)}{\text{eig}_2(S)}, \text{eig}_1(S) > \text{eig}_2(S) \quad (7)$$

其中: R 为分割对象的长宽比, 取值范围为 $[0, 1]$, l 为长度, w 为宽度, $\text{eig}(S)$ 为协方差矩阵的特征值。

纹理是图像中有规律性的图案, 纹理特征是指图像灰度等级的变化, 通常有灰度共生矩阵(GLCM)和灰度差分矢量(GLDV)描述。实际应用中常采用在其基础上计算得到的各种纹理统计特征, 包括同质性、角二阶矩、对比度、相关性、熵、方差、均值和相异性等^[5]。研究区中高山草甸和灌丛光谱特征和形状特征相似性大, 而在纹理方面两者差距较大, 高山草甸纹理紧实而光滑, 灌丛的纹理较为粗糙, 因此利用纹理的同质性特征(GLCM homogeneity)进行区分。同质性反映了目标对象的纹理一致性和均匀性。对于均质区域, 同质性特征值较大; 纹理较粗糙的区域, 同质性特征值较小。

专题层信息可以作为重要的数据源不参与影像分割但参与影像分类。实地调查发现研究区内地物类型具有明显的空间分布特点, 青海云杉分布的海拔范围为 2 800~3 400 m, 主要分布在阴坡, 即坡向主要为西北、北和东北向, 祁连圆柏分布的海拔范围为 2 900~3 300 m, 主要分布在阳坡, 即坡向为东南、南、西南向。裸岩的分布在 3 400 m 以上。研究区 1:5 万 DEM 和通过 DEM 提取的坡向作为专题图层参与分类。

面向对象的分类是基于类层次的模糊逻辑函数分类。模糊分类不是把一个影像对象赋予一个类, 它提供这个对象对所有类的隶属度, 而且子类可以继承父类的描述。eCognition 中提供两种分类方法: 一是最近邻法(Nearest Neighbor), 其需要对每一个类定义样本和特征空间, 此特征空间可以组合任意的特征, 可以评价对象特征之间的关联性, 并且

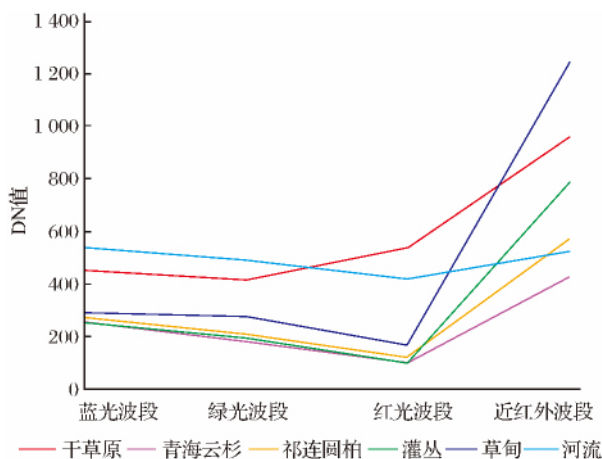


图 5 研究区地物光谱曲线图

Fig. 5 The spectrum of typical features in study area

易于处理多维特征空间的重叠,快速处理类层次关系;二是隶属度函数(Membership Functions)。隶属度函数可以利用对象特征和对象间相关特征,精确定义对象属于某一类的标准。如果一类仅通过一个特征或少数特征就可以和其他类区别,则可采用隶属度函数快速分类。

明确研究区对象的特征空间信息与地物之间的对应关系,选择地物目标的上述分类特征,在最优分割参数组合分割的影像对象上完成目标信息的提取。地物的信息提取在 eCognition8.0 软件中实现。

4.4 分类结果和精度评价

图 6 是研究区分类结果图,面向对象技术提取的地物类型边界清晰,完全克服了传统基于像元分

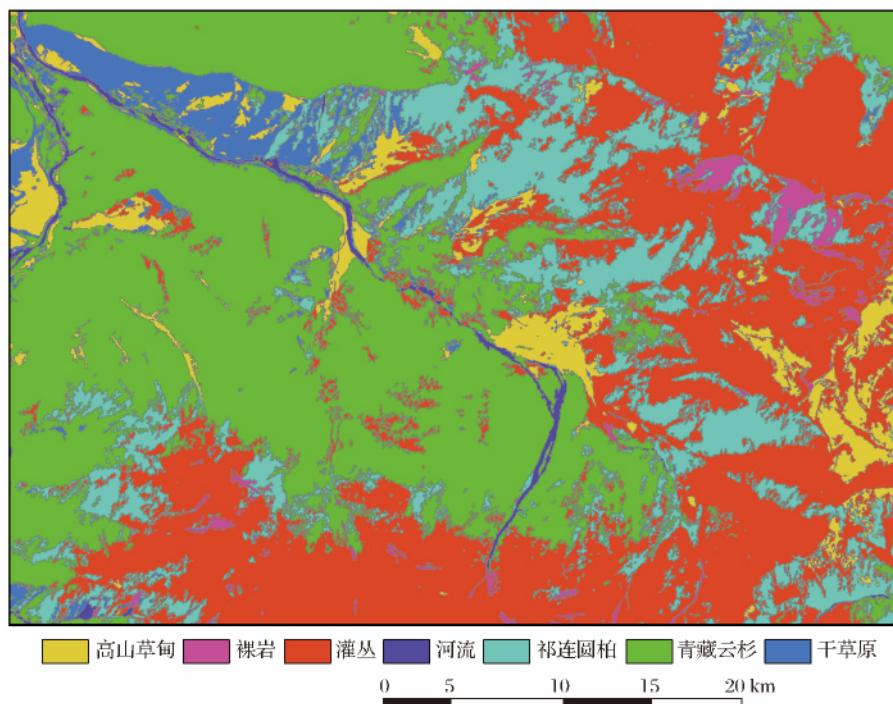


图 6 基于面向对象研究区 GeoEye 影像分类结果图

Fig. 6 The classification result of GeoEye in study area based on object-orient method

类中不可避免的“椒盐”现象。为了客观评价面向对象方法的分类精度,在研究区内随机抽取 472 个样点,检验样点地物类型的“真值”来源于对研究区的实地调查数据,本研究区面积较小,有两年的实地调查数据,参考地物真实可信。然后建立混淆矩阵,精度评价,评价结果如表 3 所示。

从表 3 可以看出,面向对象分类方法总体精度为 90.25%,总体 Kappa 系数为 0.86,青海云杉和祁连圆柏同质性较大,通过坡向的控制极大地提高了两类的可分性,研究区河流大部分河床裸露,和裸岩光谱特征相似性大,通过长宽比能够实现河流高精度提取。

5 结 语

本文基于高分辨率图像融合技术和面向对象信息提取技术对祁连山植被进行了提取,评价了图像的融合效果和最优影像分割参数,得出如下结论:

(1) GeoEye 的高分辨率全色波段和多光谱数据的融合可以极大提高影像的信息量,对 4 种融合方法的原理和融合效果进行了研究和效果评价,发现 4 种融合方法中 Gram-Schmidt(GS)变换法既能很好地保持影像光谱信息,又能增强影像的纹理和细节,同时融合后影像的 NDVI 和原始 NDVI 一致性高。

表 3 面向对象 GeoEye 影像分类精度评价

Table 3 Accuracy evaluation of classification results made by Object-orient method with GeoEye image

实际类	参考类								生产精度/%
	圆柏	云杉	灌丛	草甸	干草原	裸岩	河道	行会总	
圆柏	80	2	1	0	0	0	0	83	96.4
云杉	3	90	2	0	0	0	0	95	94.7
灌丛	3	2	72	2	0	0	0	79	91.1
草甸	0	1	3	56	0	0	3	63	88.9
干草原	0	0	1	3	38	2	2	46	82.6
裸岩	0	0	3	0	0	48	4	55	87.3
河道	0	0	2	0	3	4	42	51	82.4
列汇总	86	95	84	61	41	54	51	472	
用户精度/%	93	95	86	92	92	89	82		
总体精度/%					90.25				
Kappa 值					0.86				

(2)本文通过建立参考多边形,利用对应多边形和参考多边形的残差,评价 3 个关键分割参数(尺度、形状因子和紧凑度)对影像分割的效果。参考多边形残差法考虑了地理实体对象和分割对象的匹配,能够很好地评价分割质量,进而确定各地理对象最优分割参数组合。

(3)以遥感影像认知和地学理解为视角,在图像多尺度分割基础上,充分挖掘目标的光谱特征、形状特征、纹理特征和地形特征,以及任何可以区分地物的信息都可作为专题层辅助信息提取。选出合理的分类特征,建立分类规则,能够实现信息高精度提取。

(4)面向对象信息提取方法能充分利用 GeoEye 影像的光谱信息、地物的几何形状、纹理特征以及地物在空间的位置信息,同时还可以引入与目标地物相关的专题辅助数据,在影像分割对象上有效提高分类精度。这种方法有效地克服了基于像元影像分类方法的局限,极大改善了异物同谱的问题、有效避免了椒盐效应。

参考文献 (References):

- [1] Metzger J. Landscape Ecology: Perspectives based on the 2007 IALE World Congress[J]. Landscape Ecology, 2008, 23, 501-504.
- [2] Kumagai K. Verification of the Analysis Method for Extracting the Spatial Continuity of the Vegetation Distribution on a Regional Scale[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2011, 35, 399-407.
- [3] GuoYage, Yu Xinfang, Jiang Dong, *et al.* Study on Forest Classification based on Object Oriented Techniques[J]. Journal of Geo-Information Science, 2012, 14(4): 514-522. [郭亚鸽, 于信芳, 江东, 等. 面向对象的森林植被图像识别分类方法[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(4): 514-522.]
- [4] Li Chunyan. Object-oriented Vegetation Information Extraction from Remote Sensing Image[J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12(8): 1941-1944. [李春艳. 基于面向对象的遥感影像植被信息提取[J]. 科学技术与工程, 2012, 12(8): 1941-1944.]
- [5] Dronova I, Gong P, Nicholas E, *et al.* Landscape Analysis of Wetland Plant Functional Types: The Effects of Image Segmentation Scale, Vegetation Classes and Classification Methods[J]. Remote Sensing of Environment, 2012, 127, 357-369.
- [6] Chen Chao, Qin Qiming, Chi Changyan. A Remote Sensing Image Fusion Method based on Curvelet Transform and HIS Transform[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2011, 26(4): 444-449. [陈超, 秦其明, 池长艳. 一种 Curvelet 变换和 IHS 变换相结合的遥感图像融合方法[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(4): 444-449.]
- [7] Jia Yonghong, Li Deren, Sun Jiabing. Data Fusion Techniques for Multi-sources Remotely Sensed Imagery[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2000, 15(1): 41-44. [贾永红, 李德仁, 孙家柄. 多元遥感影像数据融合[J]. 遥感技术与应用, 2000, 15(1): 41-44.]
- [8] Xue Dongjian, Zhang Donghui, He Zhengwei. Application of Multi-source Remote Sensing Image Fusion in Geo-hazard Investigation[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2011, 26(5): 664-669. [薛东剑, 张东辉, 何政伟. 多源遥感影像融合技术在地质灾害中的应用[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(5): 664-669.]
- [9] Burnett C, Blaschke T. A Multi-scale Segmentation/object Relationship Modeling Methodology for Landscape Analysis[J]. Ecological Modeling, 2003, 168(3): 233-249.
- [10] Liu Y, Ling B, Meng Y H. Discrepancy Measures for Selecting Optimal Combination of Parameter Values in Object-based Image Analysis[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2012, 67(1): 144-156.
- [11] Addink E A, Jong S M de, Pebesma E J. The Importance of Scale in Object-based Mapping of Vegetation Parameters with

- Hyper Spectral Imagery[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2007, 73(8): 905-912.
- [12] Blaschke T. Object based Image Analysis for Remote Sensing[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2010, 65(1): 2-16.
- [13] Cardoso J S, Corte-Real L. Toward a Generic Evaluation of Image Segmentation[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2005, 14(11): 1773-1782.
- [14] Clinton N, Holt A, Scarborough J. Accuracy Assessment Measures for Object-based Image Segmentation Goodness[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2010, 76(3): 289-299.
- [15] Marpu P R, Neubert M, Herold H. Enhanced Evaluation of Image Segmentation Results[J]. Journal of Spatial Sciences, 2010, 55(1): 55-68.
- [16] Polak M, Zhang H, Pi M. An Evaluation Metric for Image Segmentation of Multiple Objects[J]. Image and Vision Computing, 2009, 27: 1223-1227.
- [17] Zhu Chaohong, Liu Yong. A Study on Object-oriented Remote Sensing Image Classification based on Image Cognition and Geographical Understanding[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2012, 27(4): 536-541. [朱超红, 刘勇. 基于影像认知和地学理解的面向对象分类研究[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(4): 536-541.]
- [18] Weng Q H. Remote Sensing and GIS Integration Theories, Methods, and Applications[M]. Ohio: McGraw-Hill Professional, 2011.
- [19] Xu Jia, Guan Zequn, He Xiufeng, et al. Novel Method for Merging Panchromatic and Multi-spectral Image based on Sensor Spectral Response[J]. Journal of Remote Sensing, 2009, 13(1): 97-102. [徐佳, 关泽群, 何秀凤, 等. 基于传感器光谱特性的全色与多光谱图像融合[J]. 遥感学报, 2009, 13(1): 97-102.]
- [20] Zou Lili, Cui Haishan, Li Ying, et al. Research of Fusion Algorithm based on SAR and SPOT[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010, 25(6): 836-841. [邹丽丽, 崔海山, 李颖, 等. SAR 与 SPOT 数据融合方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(6): 836-841.]
- [21] Warner K M. Multi-scale GEOBIA with very High Spatial Resolution Digital Aerial Imagery: Scale, Texture and Image Objects[J]. International Journal of Remote Sensing, 2011, 32: 2825-2850.
- [22] Dronova I, Gong P. Object-based Analysis and Change Detection of Major Wetland Cover Types and Their Classification Uncertainty During the Low Water Period at Poyang Lake, China[J]. Remote Sensing of Environment, 115, 3220-3236.
- [23] Liu D, Xia F. Assessing Object-based Classification: Advantages and Limitations[J]. Remote Sensing Letters, 2010, 1: 187-194.
- [24] Hu Rongming, Wei Man, Yang Chengbin. Taking SPOT5 Remote Sensing Data for Example to Compare Pixel-based and Object-oriented Classification[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2012, 27(3): 366-371. [胡荣明, 魏曼, 杨成斌. 以 SPOT5 遥感数据为例比较基于像素与面向对象的分类方法[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(3): 366-371.]

Study on Vegetation Information Extraction based on Object-oriented Image Analysis

Bie Qiang¹, He Lei¹, Zhao Chuanyan²

(1. College of Earth and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. State Key Laboratory of Pastoral Agricultural Ecosystem, Institute of Arid Agroecology, School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Vegetation is an important part in ecological system and indicating certain landscapes, It is a meaningful work to obtain detailed information of vegetation using GeoEye image with its abundant spatial and spectral information. This study fused the panchromatic band and multispectral bands with four image fusion methods, Image segmentation is the first and critical procedure in the workflow of object-oriented image analysis, discrepancy between reference polygons and corresponding segment is used to assess segmentation quality in this study. We extracted the vegetation information using classification feature which is selected from the perspective of remote sensing image cognition and geographical understanding. The results showed that Gram-Schmidt(GS) method is the most effective in fusing panchromatic bands and multispectral bands, And object-oriented classification is effective in high resolution remote sensing information extraction, the overall accuracy is up to 90.3%. this research provided an effective method for vegetation information extraction.

Key words: Remote sensing; Image fusion; Segmentation; Object-oriented