

基于 CBERS-02B 星数据的竹林、针叶林纹理特征变化分析

李永亮, 林 辉*, 马延辉

(中南林业科技大学 林业遥感信息工程研究中心 湖南 长沙 410004)

摘 要:纹理特征是遥感影像的重要特征之一。本研究以湖南省桃江县为研究对象,利用 CBERS-02B 星为遥感数据源,采用灰度共生矩阵法提取影像纹理特征。根据纹理参数的标准差和各参数间的相关性,对纹理参数进行了筛选,并对竹林和针叶林的均值和方差的季相变化特征进行了统计和分析。结果表明:在 5 月、8 月和 12 月之间,竹林均值逐渐减小而针叶林在 8 月份出现峰值,针叶林标准差逐渐增大,而竹林在 8 月份出现峰值。

关键词:纹理特征;灰度共生矩阵;CBERS-02B;竹林;针叶林

中图分类号:TP79 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2011)01-0171-05

Analysis of the Texture Feature Variations of Bamboos and Coniferous Forests Based on CBERS-02B Data

LI Yong-liang, LIN Hui, MA Yan-hui

(Research Center of Forestry Remote Sensing & Information Engineering, Central South University
of Forestry & Technology, Changsha, Hunan 410004, China)

Abstract: Texture feature is a significant factor in remote sensing imagery. The aim of this analysis was extract texture feature variations of bamboo and coniferous forests based on CBERS-02B Data in Taojiang County in Hunan Province with gray level co-occurrence matrix. The texture parameters were selected by using the standard deviation and correlation methods. The laws of seasonal variation of the mean parameter and variance parameters were studied in detail by using statistical analysis. The analysis showed that the average of the mean parameter of bamboo forests gradually decreased and the standard deviation of variance parameter of coniferous forests gradually increased in May, August and December. The maximum average of the mean parameter of coniferous forests and the maximum standard deviation of variance parameter of bamboos occur in August.

Key words: texture feature; gray level co-occurrence matrix; CBERS-02B; bamboo forest; coniferous forest

对地观测卫星的空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率为人们提供了丰富的影像纹理信息,常用的分析方法有:统计分析方法、结构分析方法和频谱分析方法。本文以 CBERS-02B 星为信息源,利用统计分析方法中的灰度共生矩阵法提取了影像的纹理特征,并对竹林和针叶林纹理参数随季相变化特征进行了研究。

1 材料与方法

1.1 数据源

CBERS-02B 星是携带多空间分辨率传感器的对地观测卫星,有 CCD 相机、高分辨率相机和宽视场成像仪,空间分辨率分别为 19.5、2.36 和 258 m^[1-8]。本研究采用获取时间为 2007 年 12 月 3 日、

收稿日期:2010-01-10 修回日期:2010-04-03
基金项目:国家自然科学基金资助项目(30871962);国家科技支撑计划(2006BAC08B03);国家科技支撑计划(2006BAD23B-01);高等学校博士学科点专项科研基金(200805380001);湖南省自然科学基金(07JJ3060);中南林业科技大学研究生科技创新基金(2007sx15)。
作者简介:李永亮,男,硕士研究生,研究方向:林业遥感与地理信息系统。E-mail:LYL_628728@163.com。
* 通讯作者:林辉,女,教授,博士,博士生导师,主要从事林业遥感和地理信息系统教学与科研工作。E-mail:linhui88@sina.com。

2008 年 5 月 21 日和 2008 年 8 月 19 日的 3 景湖南省桃江县 CCD 数据作为数据源。

1.2 研究区概况

湖南省桃江县北位于湘中偏北,资江中下游,洞庭湖的尾间,是雪峰山余脉向洞庭湖平原过渡的环湖丘岗地带,四周山丘环绕,东北有一开口,中部低平,呈西南高,东北低的弧形展布。属亚热带大陆性季风湿润气候,自然资源丰富,林业用地面积 12.5 万 hm^2 ,森林覆盖率达 56.44%,全县广泛分布着大面积成片的竹林和针叶林,拥有竹林 6 万 hm^2 ,居湖南省第一,并享有“竹子之乡”的称誉。

1.3 研究原理

纹理不仅反映了影像的灰度统计信息,而且反映了地物本身的结构特征和地物空间排列关系。基于统计纹理研究方法中,纹理被视为相邻像元或相邻区域灰度上包括几何位置等相互关系的表征^[2,10-14]。本研究采用灰度共生矩阵法提取出 CBERS-02B 星 CCD 数据的纹理信息。

灰度共生矩阵是由 Haralick 提出的一种用来分析图像纹理特征的重要方法。它是建立在图像的二阶组合条件概率密度函数的基础上,通过计算图像中特定方向和特定距离的两像元间从某一灰度过渡到另一灰度的概率,反映图像在方向、间隔、变化幅度及快慢的综合信息^[3]。灰度共生矩阵为一对称矩阵,并不能直接提供区别纹理的特性,采用不同的权矩阵对其进行滤波,提取出用来定量描述纹理特性的统计属性^[4,6,9],常用的参数如下:均值、方差、协同性、对比度、相异性、熵、二阶矩、相关性。其中,对比度是图像小区域内灰度变化总量,熵是图像信息量的度量,是图像灰度级别混乱程度的表征,相关性描述了灰度共生矩阵中行或列元素之间的相似程度,反映了某种灰度值沿某方向的延伸长度。二阶组是图像灰度分布均匀性的参数^[3]。

1.4 数据处理

1.4.1 CBERS-02B 星数据预处理 本研究采用 CCD 数据,并对其进行斑点噪声去除和几何精校正(基图为湖南省精准 TM 影像,总均方根误差在半个像元以内)。在综合考虑 5 个波段的影像质量、相关性、均值和标准差之后,采用光谱范围为 0.77~0.89 μm 的第 4 波段作为研究数据。经预处理后研究区 2007 年 12 月 3 日、2008 年 5 月 21 日和 2008 年 8 月 19 日的第 4 波段数据分别如图 1、2、3 所示。

1.4.2 竹林、针叶林空间位置提取 在 ArcMap 环境下,在桃江县“十·五”森林资源规划设计调查数据的基础上提取出竹林、针叶林各 20 个人为干扰少

的样点精准空间位置信息,样点分布如图 4。

图 1 2007 年 12 月 3 日影像

Fig. 1 Image of December 3th,2007

图 2 2008 年 5 月 21 日影像

Fig. 2 Image of May 21th,2008

图 3 2008 年 8 月 19 日影像

Fig. 3 Image of August 19th,2008

2 结果与分析

2.1 基于灰度共生矩阵的纹理计算

纹理图像中每个像元值反映了窗口区域的纹理。利用遥感数字影像处理软件 ENVI4.4 对 2007 年 12 月 3 日、2008 年 5 月 21 日和 2008 年 8 月 19 日的第 4 波段数据分别进行纹理计算得到各自相关的 8 个纹理参数,在研究过程中将窗口大小设置为 7×7 ,将用于计算二阶概率矩阵的移动步长设置为 (1,1)。以 2008 年 8 月 19 日影像所提取的 8 个纹理参数的局部影像作为展示,如图 5。

上对 3 个时期的各个参数进行标准差分析。由表 1 可看到:除均值、方差和对比度之外,其他参数的标准差较小,说明信息量较少,目视解译的效果比较差,所以在接下来的分析中可以将其剔除。

表 1 各纹理参数标准差

Table 1 Standard deviation of the texture parameters			
参 数	5 月标准差	8 月标准差	12 月标准差
均值	19.407 934	16.941 220	22.331 663
方差	27.033 188	28.464 347	39.714 249
协同性	0.265 186	0.298 26	0.299 947
对比度	21.960 156	22.474 921	32.267 088
相异性	1.071 389	1.447 367	1.490 429
熵	1.547 712	1.642 498	1.645 037
二阶矩	0.463 903	0.469 329	0.469 609
相关性	3.918 265	7.136 970	6.655 344

图 4 样点分布图

Fig. 4 Distribution of sampling points

2.2 纹理参数的选取

标准差与图像所含有的信息量相关,在此基础

图 5 8 种灰度共生矩阵纹理图像

Fig. 5 Eight kinds of texture images based on gray level co-occurrence matrix

由于各种参数的纹理图像都是根据共生矩阵算出来的,这些纹理图像之间必然存在着相关性。如果参数间相关性较大,就代表参数间重复信息较多,对于图像分类和识别帮助较小,只会带来数据的冗余^[4]。在此仅列出 2008 年 5 月 21 日的各参数间的

相关系数(表 2)。
从表 2 中展示相关性可以得出:在 Band1、Band2 和 Band4 当中应该剔除 Band4 进行分析,进而减少参数间信息的重叠。因此,在接下来的分析中将只对均值、方差两参数进行分析。

表 2 各纹理参数间相关系数矩阵

Table 2 Correlation coefficient of the texture parameters

Correlation	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7	Band 8
Band 1	1	-0.112 517	0.941 129	-0.110 277	-0.711 643	-0.936 664	0.970 041	0.315 66
Band 2	-0.112 517	1	-0.167 549	0.893 666	0.593 353	0.162 712	-0.164 103	-0.066 158
Band 3	0.941 129	-0.167 549	1	-0.175 365	-0.810 101	-0.955 855	0.968 865	0.414 905
Band 4	-0.110 277	0.893 666	-0.175 365	1	0.650 038	0.163 437	-0.165 995	-0.067 058
Band 5	-0.711 643	0.593 353	-0.810 101	0.650 038	1	0.804 021	-0.775 038	-0.406 743
Band 6	-0.936 664	0.162 712	-0.955 855	0.163 437	0.804 021	1	-0.982 53	-0.399 948
Band 7	0.970 041	-0.164 103	0.968 865	-0.165 995	-0.775 038	-0.982 53	1	0.335 946
Band 8	0.315 66	-0.066 158	0.414 905	-0.067 058	-0.406 743	-0.399 948	0.335 946	1

注:Band1:均值、Band2:方差、Band3:协同性、Band4:对比度、Band5:相异性、Band6:熵、Band7:二阶矩、Band8:相关性。

根据已提取的竹林、针叶林各自 20 个样点的空间位置信息,分季相分别提取出各个样点的 Mean 值,以同样的方法提取 Variance 值,结果如图 6:

图 6 可以看出:在不同季相下,竹林和针叶林的均值普遍大于方差值,竹林和针叶林在 12 月份出现

了较明显的方差值大于均值的情况;竹林在 5 月份 Mean 值较大且变化幅度较小,在 8 月份和 12 月份方差值变化幅度较大;针叶林在 8 月份普遍具有较大的均值且变化幅度小,在 12 月份方差值增大幅度比较明显。

图 6 均值和方差值变化曲线

Fig. 6 Curves of the mean value and the variance value

2.3 竹林、针叶林不同季相的均值和方差两参数变化特征提取

将 40 个样点数据按季相和森林类型分别对均值和方差参数值的均值和标准差进行分析。数据分布情况如图 7、图 8 所示。

从图 7 可以看到在 5 月、8 月和 12 月 3 个月当中,竹林均值逐渐降低而针叶林在 8 月份出现一个均值的峰值;竹林和针叶林均值标准差都在 8 月份出现峰值。

从图 8 可以得出竹林和针叶林的方差的均值以及针叶林方差的标准差都呈现上升趋势,而竹林方差的标准差在 5 月到 8 月间有较明显的上升而到 12 月间出现明显的下降过程。

图 7 平均数的均值、标准差变化曲线

Fig. 7 Curves of the average and standard deviation of mean value

图 8 方差的均值、标准差变化曲线

Fig. 8 Curves of the average and standard deviation of variance value

3 结论与讨论

基于单纯光谱特征的传统分类存在一定的错分和漏分现象,主要是同物异谱、异物同谱的存在和分类算法的选择等方面的影响^[5]。基于灰度共生矩阵法的竹林和针叶林均值、方差的均值和标准差都随季相变化有较规律的数据分布特征,深入挖掘这些规律和特征将会为实现森林类型自动分类提供参考。

国内外针对影像纹理的研究比较普遍,但是专门针对森林类型纹理信息的研究还是比较少见的。森林类型纹理信息研究的成熟与否在森林资源监测应用中扮演着比较重要的角色。本研究在对纹理参数经过所含信息量大小比较和相关性分析筛选之后,通过对 5 月、8 月和 12 月 3 个典型月份数据的分析发现竹林和针叶林在纹理统计特征变化上有着各自的规律。竹林平均数 Mean 参数均值逐渐减小而针叶林在 8 月份出现峰值,针叶林方差参数标准差逐渐增大而竹林在 8 月份出现峰值。在数据源充足的条件下,应该缩短时间间隔进行纹理统计特征的挖掘和分析,以求获取更详细的特征和规律。

深入研究纹理的统计特征并将其与影像光谱特征进行结合分析,相信会推动地物特征分析进程和提高影像信息自动提取的精度。

致谢:感谢中国资源卫星应用中心提供的 CBERS-02B 星数据

参考文献:

[1] 李玉霞,杨武年,郑泽忠. 中巴资源卫星(CBERS-02)遥感图像在生态环境动态监测中的应用研究[J]. 水土保持研究,2006, 13(6):198-200.
LI Y X, YANG W N, ZHENG Z Z. The application of CBERS-02 remote sensing image in the environment dynamic monitoring[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13 (6):198-200.

[2] 胡海旭,王文,何厚军. 基于纹理特征与数学形态学的高分辨率影像城市道路提取[J]. 地理与地理信息科学,2008,24(6):

46-49.
HU H X, WANG W, HE H J. City road extraction from high resolution remote sensing imagery based on texture and mathematical morphology[J]. Geography and Geo-Information Science, 2008, 24(6):46-49.

[3] 曾文华. 基于灰度共生法和小波变换的遥感影像纹理信息提取[D]. 长春:东北师范大学,2006.

[4] 杨志刚. 纹理信息在遥感影像分类中的应用[D]. 南京:南京林业大学,2006.

[5] 杨玉静,冯建辉. 纹理特征提取及辅助遥感影像分类技术研究[J]. 海洋测绘,2008,28(4):37-40.
YANG Y J, FENG J H. Research on extraction and assistant classification of remote sensing for texture feature[J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2008, 28(4):37-40.

[6] 颜梅春,张友静,鲍艳松. 基于灰度共生矩阵法的 IKONOS 影像中竹林信息提取[J]. 遥感信息,2004(2):31-34.
YAN M C, ZHANG Y J, BAO Y S. Deriving bamboos from IKONOS image by texture information [J]. Remote Sensing Information, 2004(2):31-34.

[7] 候海苗,冀小平. 基于灰度共生矩阵的纹理特征[J]. 长治学院学报,2008,25(5):31-32.
HOU H M, JI X P. Texture feature based on gray level co-occurrence matrix[J]. Journal of Changzhi University, 2008, 25 (5):31-32.

[8] 周雨霁,田庆红,张雪红. CBERS-02B 卫星 CCD 数据质量评价与植被分类应用潜力[J]. 遥感信息,2008(6):47-52.
ZHOU Y J, TIAN Q H, ZHANG X H. CBERS-02B CCD image data quality evaluation and application potential for vegetation classification[J]. Remote Sensing Information, 2008(6): 47-52.

[9] 胡文元,裴倩,黄小川. 基于纹理和光谱信息的高分辨率遥感影像分类[J]. 测绘信息与工程,2009,34(1):16-18.
HU W Y, NIE Q, HUANG X C. A method for classification of high spatial resolution remotely sensed images based on texture and spectral information [J]. Journal of Geomatics, 2009, 34 (1):16-18.

[10] ZHU C Q, YANG X M. Study of remote sensing image texture analysis and classification using wavelet [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(16):3197-3203.

[11] 付军,谷东起. 基于光谱与纹理特征融合的滩涂信息提取方法[J]. 海洋环境科学,2008,27(5):405-408.
FU J, GU D Q. Extracting method in tidal flat based on decision fusion of spectrum and texture[J]. Marine Environmental Science, 2008, 27(5):405-408.

[12] BARALDI A, PARMINGGIAN F. An investigation on the texture characteristics associated with gray level co-occurrence matrix statistical parameters [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1995, 32(2):293-303.

[13] SHABAN M A, DIKSHIT O. Improvement of classification in urban areas by the use of textural features: The case study of lucknow city, uttar pradesh[J]. International Journal of Remote Sensing, 2001(22):565-593.

[14] 尤淑撑,刘顺喜,周连芳,等. CBERS-02B 星数据土地利用动态遥感监测方法研究[J]. 国土资源遥感,2009(1):79-82.
YOU S C, LIU S X, ZHOU L F, et al. The method of CBERS-02B data to land use dynamic change monitoring [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2009(1):79-82.