

基于 MODIS EVI 的左江流域耕地利用效率评价

周显芳, 卢远

(广西师范学院 资源与环境科学学院, 南宁 530001)

摘要:选取左江流域多年中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 增强植被指数 (EVI) 时间序列数据进行研究, 利用最佳坡度系数截取法 (BISE) 和 Savitzky-Golay 滤波法对数据进行平滑去云处理, 设计二次差分算法, 提取耕地 EVI 在 1 a 内时间序列峰值频数。将峰值频数图像与土地利用现状图叠加分析, 得到左江流域耕地的利用效率。抽取样本进行线性回归分析, R 值达到 0.734 9, 表明取得了理想的结果, 丰富了耕地利用效率研究的方法。

关键词:MODIS; EVI; 左江流域; 耕地利用效率

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)03-0079-03

Evaluation on Cultivated Land Use Efficiency in Zuojiang River Basin Based on MODIS EVI

ZHOU Xian-fang, LU Yuan

(College of Resources and Environmental Sciences, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China)

Abstract: The MODIS/ EVI time series data in Zuojiang River basin were selected to be analyzed. It removed cloud contaminated images by BISE and Savitzky-Golay algorithm. By using two times differencing, this paper extracted the number of peaks of time series of EVI profile. Moreover, it made overlay analysis with images of peaks and the actual land use map to obtain cultivated land use efficiency in Zuojiang River basin. The R value of selected samples was up to 0.734 9 by linear regression analysis, which illustrated the good result, and enriched the methods of analysis on cultivated land use efficiency.

Key words: MODIS; EVI; Zuojiang River Basin; cultivated land use efficiency

耕地受到人类活动的强烈影响, 是土地利用动态变化中非常活跃的要素之一。耕地的变化对粮食安全以及生态环境的稳定性都有着非常重要的影响。因此, 对耕地的面积、利用强度以及利用方式等一系列信息的实时掌握, 将有助于制定区域社会、经济、生态可持续发展战略^[1]。

以 RS 和 GIS 技术为辅助, 对左江流域耕地的利用效率进行一些定量的评价。到目前为止, 众多的学者使用 MODIS 的数据产品做过不同的研究, 那晓东等人利用 MODIS 的归一化植被指数 (NDVI) 所反映出来的物候特征来进行监督分类, 提取三江平原湿地的植被信息^[2]。彭代亮等人提取耕地 NDVI 在一年内时间序列峰值频数, 得出浙江省市级耕地的复种指数, 丰富了监测复种指数的技术和

方法^[6]。毕晓丽应用起伏型时间序列法对中国典型省份黑龙江、山东、福建、内蒙古、新疆的 NDVI 月动态变化进行模拟, 开展 NDVI 动态变化的研究^[3]。赵伟、李召良利用 MODIS 增强型植被指数 (EVI) 时间序列数据分析干旱对植被的影响, 以 EVI 时间序列数据反映干旱对地表植被的影响^[5]。左丽君等通过对比 NDVI、EVI 两种植被指数在耕地信息提取中的应用, 发现 EVI 比 NDVI 具有更强的识别能力^[11]。然而少有人利用 EVI 做耕地利用效率评价, 而且大部分都是以平原地区为研究对象。而南方丘陵地区有别于平原地区, 因此以左江流域作为研究区, 寻求适用于南方丘陵区的更为有效和合理的耕地利用效率评价方法, 为科学决策提供参考。

* 收稿日期: 2009-08-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40761027)

作者简介: 周显芳 (1985 -), 女, 广西平南县人, 在读硕士, 研究方向为遥感与 GIS 应用。E-mail: zhouf61@163.com

通信作者: 卢远 (1971 -), 男, 广西横县人, 博士, 研究员, 主要研究方向: 遥感与地理信息系统应用、土地利用及生态安全研究。E-mail: luyuanx@yahoo.com.cn

1 数据源及研究区

1.1 数据源

由美国航空航天局 MODIS 植被研究组的分析结果表明:在高气溶胶含量下,EVI 比 NDVI 更稳定,该文采用 NASA USGS 提供的研究区内 MODIS EVI MOD13Q1 数据,空间分辨率为 250 m,时间分辨率为 16 d。时间从 2001-01-01 至 2007-12-30,共 161 个时相的影像。此外,文中还采用了与研究区相应的 TM 影像作为数据源,在野外调查的基础上建立各类土地利用类型的解译标志,并结合专家知识,通过目视解译得到了该区土地利用图。

1.2 研究区概况

左江流域位于广西壮族自治区的西南部,是珠江水系郁江的支流,全长 337 km,流域面积 3.2 万 km²。在行政区划上,左江流域主要隶属于崇左市的江州区、凭祥市、扶绥县、宁明县、龙州县、大新县、天等县以及防城港市的上思县。该地区壮族人口占总人口 90% 以上,生产力比较落后,经济基础十分薄弱,目前仍是国家和自治区重点扶贫的地区之一。左江流域地处我国西南喀斯特地区的南缘地带,气候属亚热带季风气候区,喀斯特地貌类型占流域面积的 66% 以上,且山地多平地少,地形地貌破碎。

2 数据处理与结果分析

2.1 数据处理方法和流程

2.1.1 数据处理方法 提取研究区 EVI 时间序列图像(2001—2007 年),将图像中 < 0 的值赋值为 0。由于所得的图像曲线局部有异常值。因此进行了平滑处理。在平滑之前将图像作一次运算,因原来的值比较小,将其成倍放大,使图像值为 0~250,以便于后面的分析和操作。在 ERDAS 平台下,先将每年的 23 个 EVI 图像按时间顺序叠合成一个具有 23 个波段的影像,再使用 Spatial Modeler 功能模块建立滤波模型。

(1)BISE 平滑。数据第一次平滑采用最佳坡度系数截取法(BISE),它通过一个滑动的周期来判断 EVI 再增长百分率来去掉云等因素导致的 EVI 突降值。针对研究区采用的百分率是 15%,因为使用值过大时得到的图像过于平直,有用的信息也被滤掉,过小时包含的噪声太多。但处理后得到的结果仍然存在不少的异常值,这是因为 BISE 方法有自身的不足之处。由于地表植被各向异性的观察角度或大气条件的影响,会导致一些异常偏高值,BISE 方法并不能有效地去除这些异常值,并且在判断中缺少对下降趋势的判断而使得正常的谷值发生变化。为了

取得更加满意的效果,再次对图像进行平滑。

(2)Savitzky - Golay 平滑。数据第二次平滑则使用 Savitzky - Golay 滤波法,Savitzky - Golay 滤波法是一种权重滑动平均滤波^[11],通过 Savitzky - Golay 滤波模拟整个 EVI 时序数据的长期变化趋势。其公式如下:

$$Y_j = \frac{\sum_{i=-m}^m C_i X_{j+i}}{N} \quad (1)$$

式中: Y_j ——平滑后的 EVI 值; X_{j+i} ——未平滑的 EVI 值; C_i ——第 i 个 EVI 值的权重系数; N ——滤波算子的 EVI 个数,其大小等于平滑窗口的大小 $(2m+1)$ 。此方法要求选择合适的平滑窗口和多项式阶数。本文使用 ENVI 软件的 IDL 工具,输入命令,尝试多次后最终选择平滑窗口大小为 5,多项式阶数为 2。经过两次平滑后的图像基本上去除了异常值。此时,可以对图像进行峰频计算。

(3)峰频计算。峰频计算采用两次差分法,参照文献[6]的二次差分思想,结合论文实际研究内容,所使用具体计算公式为

$$X = X_n - X_{n-1} \quad (2)$$

式中: X ——时间序列 EVI 差值; X_n ——序列中后一个 EVI 值; X_{n-1} ——序列中前一个 EVI 值。

一个像元在 1 a 内有 23 个 EVI 值,将这 23 个值按时间顺序排成一列,形成数组。按照公式(2)计算,当 $X < 0$ 时,则将其赋值为 -1,如果 $X > 0$ 时则将其赋值为 1,这样形成 22 个数组成的数组。重复以上步骤,对第一次差分所得到的数组再进行一次差分,这样可以得到 21 个由 -2,0,2 组成的数组,其中 -2 的个数就是本像元的波峰数。

根据广西的实际情况并以广西复种指数为参考,认为峰值小于 100 的峰不能代表作物生长过程中的最高峰值,不应计算在内,因此将值小于 100 的峰屏蔽掉。最后,将得到的图像与土地利用现状图叠加分析。

2.1.2 数据处理流程 数据处理流程如图 1。

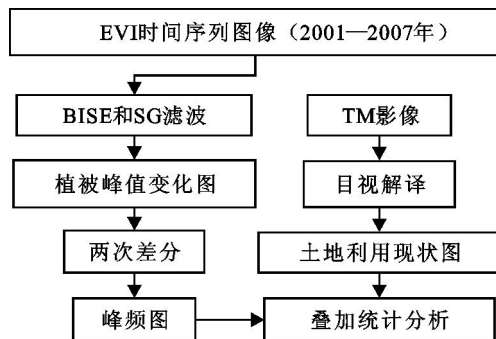


图 1 数据处理流程图

2.2 数据处理结果及分析

数据处理得到耕地利用效率年际变化如图 2,从时间上看,扶绥县、江州区、龙州县、大新县、凭祥市、宁明县、天等县的水田和旱地的利用效率随时间变化的趋势基本一致,水田利用效率均比旱地利用效率高。总体上,2001 年、2003 年耕地利用效率普遍比较高,而 2006 年则比较低。2007 年除上思县外,其

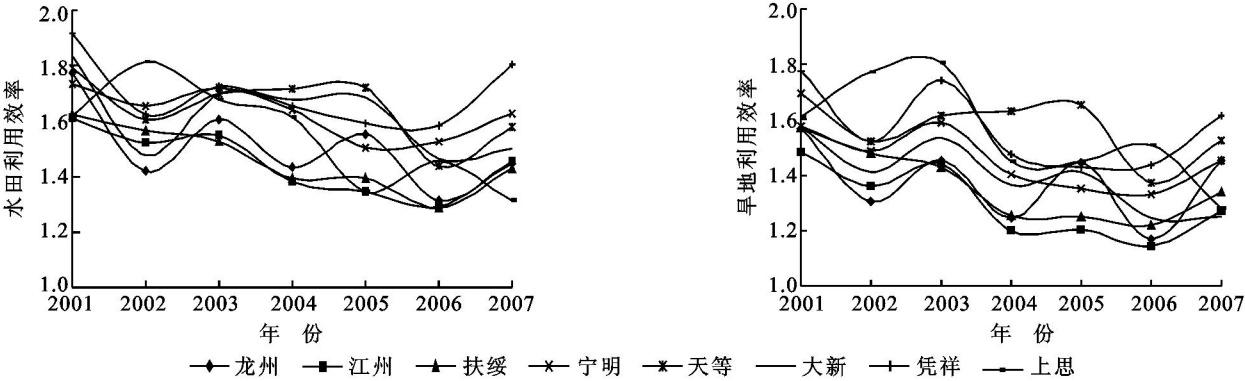


图 2 各县(市)耕地利用效率年际变化

将左江流域 2001 - 2007 年水田和旱地的平均利用率分为 4 个等级,得到水田和耕地多年平均利用效率变化的空间格局。在整个流域中,凭祥市水田和旱地的平均利用效率都是最高的,而江州区和扶绥县则都是最低的,与实际情况相符。凭祥市长期以来经济处于欠发达状态,工业发展缓慢,当地居民主要以农业生产为主,因此耕地利用效率较高。而江州区是崇左市政府所在地,是左江流域中主要的城市发展区,耕地利用不局限于单一的农业及传统的农业生产模式;此外,因为经济的发展,就业机会增多,劳动力也不再集中在农业,而是分散到其他行业。扶绥县的低耕地利用效率是与该县大量种植甘蔗与剑麻两种作物密切相关,甘蔗及剑麻的生长期较长,土地没有得到充分利用。本文所得到的耕地利用效率变化结果也可以从统计年鉴所述中得到验证,无论在时间上还是在空间上都基本一致,由于左江流域的特殊性,地貌以山地为主,因此与整个广西的情况有所差别。

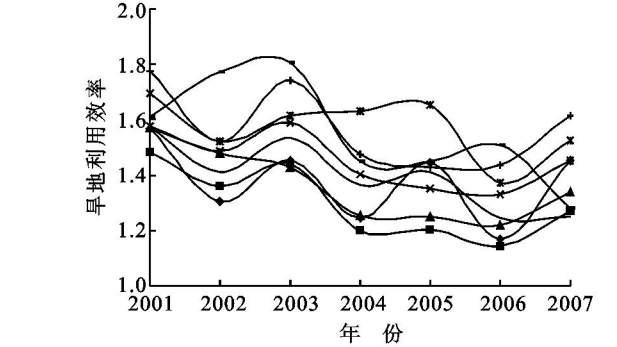
2.3 精度验证

利用 2001—2007 年各年《广西统计年鉴》提供的各县(市)粮食播种面积以及耕地面积统计数据,可以算出耕地的复种效率,抽取任意一年的数据,对复种效率与耕地利用效率进行比较及线性拟合。 R 值达到 0.73,表明结果与统计数据比较一致,取得较为满意的效果。

3 讨 论

本文尝试使用一种新的研究方法对土地利用效

率进行合理评价,利用 RS, GIS 软件处理数据。在处理的过程中,虽然选择了比较适合的处理方法,但是基于时间序列的 NDVI 数据受大气状况变化、气候变化、云覆盖、传感器等这些因素的影响,使得处理结果不能详尽地反映实际情况。同时, EVI 数据集对于提取大中尺度各种土地覆盖变化信息取得比较明显的效果,但是左江流域山地和丘陵多,地貌破碎,不可避免地存在混合像元的问题,比如同时种植了多种农作物,或者局部没有种植农作物,直接影响了所提取的 EVI 曲线的形态和结果的准确性。因此,进行实地的调查和核准耕地的面积都是提高结果精度的有效途径。



此外,农作物的生长受多种因素的影响,管理不善或者气候条件变化都会影响峰值出现的时间和强度。本文旨在提供一种基于 MODIS 的 EVI 植被指数的耕地利用效率评价的正确分析方法。在面临耕地资源有限,人口持续增长的压力下,能够简单、快捷地对丘陵地区的耕地利用状况进行科学判断,为有关决策部门提供及时的信息服务。

参考文献:

[1] 左丽君,张增祥,董婷婷,等. MODIS/NDVI 和 MODIS/EVI 在耕地信息提取中的应用及对对比分析[J]. 农业工程学报,2008,24(3):167-172.
[2] 那晓东,张树清,李晓峰,等. MODIS NDVI 时间序列在三江平原湿地植被信息提取中的应用[J]. 湿地科学,2007,5(3):227-234.

表 2 河段边线文件属性记录表

Riv-ID	F-node	T-node	Riv-in	Riv-out	Rbasin-id
1	2	1	2,9	- 1000	3
2	3	2	4,16	1	6
3	4	5	- 999	5	1
...
38	38	31	- 999	32	40
39	39	21	- 999	20	41

4 结 语

本文研究了基于 DEM 的流域拓扑关系的建立方法。通过 ArcGIS 9.2 中的 Hydrology 模块对县南沟流域的 DEM 进行分析处理,得到各类水文地貌要素数据,建立了使用属性记录径流节点、河段和流域边界对应关系的矢量水文网络。依据河流流向信息,设计算法,使用 VB 编程语言,实现了基于河段文件属性表的河流汇流关系的建立。从而方便了河流拓扑关系的维护和调用,也克服了人工建立拓扑关系的繁琐。ArcGIS 中,由于点与线栅格数据转换成矢量数据算法的不同,造成矢量数据中本应“重合”的径流节点与河段边线的端点存在栅格尺寸上的空间位置误差。解决这一问题,应考虑从矢量河段边线文件中直接提取河段端点信息,构造矢量水文节点文件。河流汇流关系是使用属性表记录河段的上、下游信息,只实现了河段在上、下游的有限延伸,不能实现河段在全流域的汇流关系表达。解决这一问题,可考虑结合河流分级编码规则,利用现有的汇流关系演算方法,对河段文件进行从流域最终流出河段逐级向上到汇水源头河段的汇流关系、河流等级和编

码记录,从而建立河段在全流域中的拓扑关系。

参考文献

[1] 杨勤科,李锐,徐涛,等. 区域水土流失过程及其定量描述的初步研究[J]. 亚热带水土保持,2006,18(2):20-23.

[2] 熊立华,郭生练. 分布式流域水文模型[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004.

[3] 陈玉芬,李书琴,何东健. 流域拓扑结构分析与计算机实现[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(5):183-186.

[4] 任洪玉,杨韩琳,张晓萍. 全国水文计算单元空间数据库的建立与应用[J]. 水土保持通报,2003,23(3):55-59.

[5] 杨勤科,McVicar T R,李领涛,等. ANUDEM:专业化数字高程模型插值算法及其特点[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(3):36-41.

[6] 张彩霞,杨勤科,段建军. 一种高质量的数字地形模型建立方法:ANUDEM 法[J]. 中国农学通报,2005,21(12):411-411.

[7] O 'Callaghan J F, Mark D M. The extraction of drainage networks from digital elevation data[J]. Computer vision, graphics, and image processing,1984,28(3):323-344.

[8] 孔凡哲,李莉莉. 利用 DEM 提取河网时集水面积阈值的确定[J]. 水电能源科学,2005,23(4):65-67.

[9] 熊立华,郭生练. 基于 DEM 的数字河网生成方法的探讨[J]. 长江科学院院报,2003,20(4):14-17.

[10] 熊立华,郭生练,陈华,等. 水文网络模型在分布式流域水文模拟中的应用[J]. 水文,2007,27(2):26-29.

[11] 熊立华,万民. 基于数字高程模型的河道分级与节点编码[J]. 长江科学院院报,2007,24(1):23-26.

(上接第 81 页)

[3] 毕晓丽,覃德华,葛剑平. NDVI 起伏型时间序列模型初探[J]. 应用与环境生物学报,2004,10(4):339-401.

[4] 李奇峰,张海林,陈阜. 东北农作区粮食作物种植格局变化的特征分析[J]. 中国农业大学学报,2008,13(3):74-79.

[5] 赵伟,李召良. 利用 MODIS/ EVI 时间序列数据分析干旱对植被的影响[J]. 地理科学进展,2007,26(6):40-47.

[6] 彭代亮,黄敬峰,金辉民. 基于 MODIS-NDVI 的浙江省耕地复种指数监测[J]. 中国农业科学,2006,39(7):1352-1357.

[7] 于信芳,庄大方. 基于 MODIS NDVI 数据的东北森林物候期监测[J]. 资源科学,2006,28(4):111-117.

[8] 张霞,孙睿,张兵,等. 基于 MODIS 植被指数时间谱的华北平原土地覆盖分类[J]. 农业工程学报,2006,22(12):128-132.

[9] 李月臣,陈晋,宫鹏,等. 基于 NDVI 时间序列数据的土地覆盖变化检测指标设计[J]. 应用基础与工程科学学报,2005,13(3):161-273.

[10] 朱孝林,李强,沈妙根,等. 基于多时相 NDVI 数据的复种指数提取方法研究[J]. 自然资源学报,2008,23(3):534-541.

[11] Chen J, Jonsson P, Tamura M, et al. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter [J]. Remote Sensing of Environment,2004,6(91):332-344.