

植被指数估算香格里拉地区植被覆盖度的精度对比分析

杨荣^{1,3}, 杨昆^{2,3}, 洪亮^{1,3}, 朱彦辉^{2,3}

(1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 昆明 650500;

2. 云南师范大学 信息学院, 昆明 650500; 3. 西部资源环境地理信息技术教育部工程研究中心, 昆明 650500)

摘 要:利用 MOD13Q1 数据构建多种植被指数, 结合像元二分模型对香格里拉县植被覆盖度进行遥感估算, 并通过实测数据和 TM 影像数据相结合, 对估算结果进行精度验证。结果表明: (1) 构建的 4 种植被指数 NDVI, EVI, RVI, MSAVI 均与研究区实际地表植被覆盖度具有较高的相关性, 表明使用遥感方法对香格里拉县进行植被覆盖度的估算是可行的; (2) 通过与 TM 影像进行对比分析, 4 种植被指数中, 利用 MSAVI 估算的植被覆盖度更接近于香格里拉县的实际情况。

关键词:香格里拉县; 植被指数; 植被覆盖度; 像元二分模型; MOD13Q1

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)03-0116-04

Comparative Analysis on the Estimation Precision of Vegetation Coverage of Shangrila Based on Different Vegetation Indices

YANG Rong^{1,3}, YANG Kun^{2,3}, HONG Liang^{1,3}, ZHU Yan-hui^{2,3}

(1. School of Tourism and Geographical Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;

2. School of Information, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 3. GIS Technology Research

Center of Resource and Environment in Western China of Ministry of Education, Kunming 650500, China)

Abstract: A variety of vegetation indices were established by using MOD13Q1 data, and estimation precision of the vegetation coverage was validated by measured data and TM image. The results show that: (1) established four vegetation indices (NDVI, EVI, RVI, MSAVI) have a higher correlation with actual vegetation coverage in the study area, indicating that the use of remote sensing method to estimate vegetation coverage is feasible in Shangrila County; (2) compared with TM image, the estimation result of vegetation coverage by using MSAVI is closer to the actual situation in Shangrila County than the results estimated by the other three kinds of indices.

Key words: Shangrila County; vegetation index; vegetation coverage; dimidiated pixel model; MOD13Q1

云南省香格里拉县研究区境内生物多样性丰富, 气候垂直差异显著^[1], 植被的区域分布规律明显, 是我国重要的植被资源库, 但近年来由于旅游开发和经济建设, 部分植被资源遭到破坏^[2], 香格里拉县的生态保护进展情况成为关注热点, 植被覆盖度作为刻画生态保护的重要因子之一也备受关注, 如何能够快速、精确地对香格里拉县植被覆盖度进行估算, 是该区生态保护的前提, 对植被保护现状和优化保护模式的提出具有现实意义。

获取某一区域的植被覆盖度, 传统的方法有目估法、阴影法、点测法、空间定量计算法等, 但这些方法

获取的都是点上的植被覆盖度, 且获取方法较为复杂, 无法在较大的空间尺度上进行动态测量^[3-4], 随着遥感技术的发展, 通过遥感监测获取地表植被覆盖度慢慢被大家熟知, 越来越多的专家学者开始借助遥感技术进行地表参数反演。

目前, 应用植被指数来估算植被覆盖度的研究较多, 但是由于研究地域不同, 选取何种植被指数进行估算也将直接影响最终的估算结果, 本文基于香格里拉县的 Modis 影像数据, 针对研究区的地表覆盖特点, 构建了归一化植被指数 (NDVI)、增强型植被指数 (EVI)、比值植被指数 (RVI)、修改型土壤调整植被指数 (MSA-

收稿日期: 2013-12-17

修回日期: 2014-01-25

资助项目: 国家高科技研究发展计划 (863 计划) (2012AA121402); 高等学校博士学科点专项科研基金联合资助课题 (20115303110002)

作者简介: 杨荣 (1989—), 女, 云南大理人, 硕士研究生, 研究方向为遥感与 GIS 应用。E-mail: xixi8708@163.com

通信作者: 杨昆 (1963—), 男, 云南昆明人, 教授, 主要从事地理信息技术方面的教学与科研工作。E-mail: kmdcynu@163.com

VI) 4 种植被指数, 采用像元二分模型对植被覆盖度进行估算, 运用野外实测数据和 TM 解译结果作为参照, 对不同植被指数的植被覆盖度估算结果进行比较分析。最终选取出最适合研究区域的植被指数, 为该区域植被覆盖度的遥感估算提供理论基础。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

香格里拉县隶属迪庆藏族自治州, 位于云南省西北部, 迪庆州东北部, 地处北纬 26. 52°—28. 52°, 东经 99. 20°—100. 19°, 面积 11 613 km², 是举世闻名的“三江并流”风景区腹地。香格里拉县深处内陆, 地势高寒, 平均海拔 3 280 m, 气候类型属山地寒温带季风气候, 气候随海拔升高而发生变化, 立体气候显著。境内地势南低北高, 南部受暖湿气流影响, 降水相对丰富, 气候湿润, 而北部气候则相对干燥。境内植被以山地寒温性针叶林为主, 主要包括长苞冷杉林, 苍山冷杉林, 丽江云杉林, 大果红杉林和高山刺柏林等。由于香格里拉县地处高寒, 因此境内森林生态系统丰富且保存较完整, 使其成为研究植被动态的天然实验室。

1.2 数据来源

本文所选用的数据包括 2010 年 4 月 2 日获取的 MOD13Q1 影像数据。2010 年 4 月获取的香格里拉县植被覆盖度野外实测数据, 以及 2010 年 4 月 4 日获取的 TM 数据, 研究区地跨三幅数据, 轨道号分别

为 p131r041, p132r041, p132r040。

1.3 数据预处理

根据研究需求, 在 MRT 软件中将获取的 MODIS 数据的正弦曲线投影 (Sinusoidal) 系统转换为 Albers 投影的直角坐标体系即正轴等面积双标准纬线割圆锥投影。利用 ENVI 软件, 对 MODIS 影像和拼接好的 TM 影像进行裁剪, 最终得出香格里拉县范围内的全部遥感影像, 并对裁剪后 MOD13Q1 影像进行波段重计算, 使 VI 值回归到正常值之间。

2 研究方法

2.1 不同植被指数的选取

植被指数是指选用多光谱遥感数据经分析运算, 产生某些对植被长势、生物量等有一定指示意义的数值, 它用一种简单而有效的形式——仅用光谱信号, 不需其他辅助资料, 也没有任何假设条件, 来实现对植物状态信息的表达, 以定性和定量地评价植被覆盖、生长活力及生物量等^[5]。植被指数的选取将对植被覆盖度的估算结果产生直接影响。由于研究区香格里拉县深处内陆, 植被茂密, 植被覆盖度较高, 因此本文选用算法较为简单的比值植被指数 RVI^[6], 应用范围最广的归一化植被指数 NDVI^[7], 对大气和土壤影响均有修正作用的增强型植被指数 EVI^[8], 以及能够调节土壤亮度并对 NDVI 土壤背景敏感度进行修正的修改型土壤调整植被指数 MSAVI^[9] (表 1)。

表 1 植被指数一览表

植被指数	计算公式
比值植被指数 (RVI)	$RVI = NIR/R$
归一化植被指数 (NDVI)	$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$
增强型植被指数 (EVI)	$EVI = 2.5(NIR - R) / (NIR + 6R - 7.5B + L)$
修改型土壤调整植被指数 (MSAVI)	$MSAVI = [(2NIR + 1) - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - R)}] / 2$

注: NIR 为近红外波段反射率, R 为红光波段反射率, B 为地表的蓝光反射值, L 为调节参数。

2.2 植被覆盖度遥感估算模型选取

基于植被指数的植被覆盖度遥感估算方法有经验模型法、植被指数法、像元分解模型法及决策树分类法等, 其中大多模型一般都具有局限性, 只适用于特定的区域与特定的植被类型, 不具有普遍意义, 不易推广。经过对比和分析, 本文选取像元二分模型作为研究所应用的基础模型, 像元二分模型具有一定的理论基础, 不受地域的限制, 易于推广; 另外像元二分模型还削弱了土壤背景、植被类型和大气的影

响^[10-11]。像元二分模型^[12]假设传感器所观测到像元信息可以分为植被部分所贡献的信息 (S_v) 和由无植被覆盖 (裸土) 部分所贡献的信息 (S_s) 两部分组成。那么每个像元的信息 (S) 就可以表示为:

$$S = S_v + S_s \tag{1}$$

设遥感图像中纯植被像元 (完全由植被覆盖) 信息为 S_{veg} , 纯土壤像元 (完全由土壤覆盖) 信息为 S_{soil} 。假设混合像元中植被覆盖的面积比例即为该像元的植被覆盖度 f_c , 而土壤覆盖的面积比则为 $1 - f_c$; 那么 S 则表示为:

$$S = S_{veg} \times f_c + S_{soil} \times (1 - f_c) \tag{2}$$

将 f_c 作为式 (2) 中要求解的未知数, 则从公式中解出 f_c 为:

$$f_c = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \tag{3}$$

将植被指数带入式 (3) 中进行植被覆盖度的估算。在实际计算中, 很难找到纯植被像元与纯土壤像元, 一

般利用影像上的 VI_{\max} 和 VI_{\min} 值替代 S_{veg} 和 S_{soil} , 为了保证实验结果的准确性, 首先要为研究数据设置一个置信度, 本文选用 Koenker^[13] 的方法设定置信区间, 置信区间内的最大值和最小值即为 VI_{\max} 和 VI_{\min} 。

表 2 不同植被指数估算的植被覆盖度统计

植被覆盖度	均值	$0 \leq f_c \leq 0.25$	$0.25 \leq f_c \leq 0.5$	$0.5 \leq f_c \leq 0.75$	$0.75 \leq f_c \leq 1$	合计
$f_c\text{-NDVI}$	0.683	7.8	14.0	28.5	49.7	100
$f_c\text{-EVI}$	0.534	11.0	17.8	38.0	33.2	100
$f_c\text{-RVI}$	0.560	17.0	17.6	31.9	33.5	100
$f_c\text{-MSAVI}$	0.714	6.6	12.0	25.1	56.3	100

3.1 植被覆盖度的估算结果分析

由表 2 可以看出, 不同植被指数估算的研究区植被覆盖度和空间分布特征均有明显差异; 相较而言 $f_c\text{-NDVI}$ 与 $f_c\text{-MSAVI}$ 在 0.75~1 之间的面积占比明显多于 $f_c\text{-RVI}$ 与 $f_c\text{-EVI}$, 结合同期 TM 解译的土地利用图可知, 植被覆盖度在 0.75~1 之间的面积约占研究区总面积的 50%~55%, 主要由分布在远离城镇的林地组成; 植被覆盖度在 0.5~0.75 之间的面积约占研究区总面积的 25%~30%, 主要由分布在城镇周围的耕地、耕地与林地的过渡带组成; 植被覆盖度小于 0.5 的面积约占研究区总面积的 20%, 主要由城镇用地、雪地和水体组成。

利用 SPSS 对 4 个植被覆盖度估算结果做 XY 散点图(图 1), 将该散点图与同期 TM 解译的土地利用图(图 2)作比较发现曲线 $f_c\text{-NDVI}$ 和 $f_c\text{-MSAVI}$ 波峰处对应的地表利用类型为全部林地, 少部分耕地。比较峰值对应的像素点, 发现 $f_c\text{-MSAVI}$ 的峰值明显高于 $f_c\text{-NDVI}$, 通过与 TM 解译影像统计结果进行比较发现, 林地的像素点与 $f_c\text{-MSAVI}$ 的峰值点更为贴近, 这说明 $f_c\text{-MSAVI}$ 曲线反映的植被覆盖度结果更接近于研究区的实际情况。

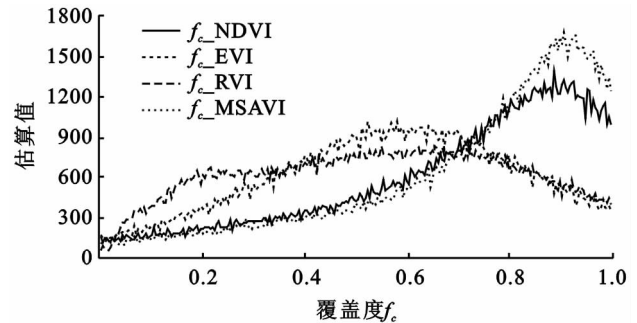


图 1 不同植被覆盖度的 XY 散点图

3.2 植被指数与植被覆盖度的相关性分析

地表植被覆盖度的实测时间为 2010 年 4 月, 选择 100 个大小为 250 m×250 m 的样方, 并采用均分法将每个样方分为面积相等的 16 个小样方, 通过不同观测者对小样方进行目测估算植被覆盖度, 取其平

3 结果与分析

运用 NDVI, EVI, RVI, MSAVI 这 4 种植被指数估算得到的香格里拉县植被覆盖度如表 2 所示。

均值的方法得到样方的植被覆盖度, 同时采用 GPS 定位, 记录样方中心的经纬度, 根据样方的经纬度在各植被指数空间分布图上找出与样方一一对应的植被指数并进行统计。将统计数据输入 SPSS 软件中, 得到以植被指数为横坐标、植被覆盖度为纵坐标的二维散点图; 利用 SPSS 软件中的分析功能对散点图进行相关性分析, 分析结果如图 3 所示, NDVI 与实测植被覆盖度相关性判断系数 R^2 为 0.815 2, EVI 为 0.766 7, RVI 为 0.733 9, MSAVI 为 0.832 9, 4 种植被指数与实测植被覆盖度均呈现出了较高的相关性 (>0.5), 说明 4 种植被指数均可在一定程度上反演出研究区的植被覆盖度, 但是 MSAVI 的反演结果更接近于地表植被实际覆盖度。

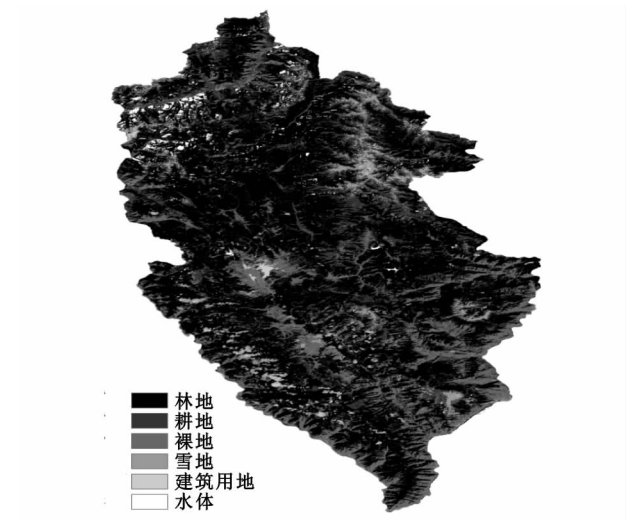


图 2 香格里拉县 30 m×30 m 分辨率的土地利用分类

3.3 植被覆盖度估算结果的定量检验

本文用同期的高分辨 TM 影像对研究区植被覆盖度估算结果进行定量检验, 假设 TM 像元为纯净像元, 在 MODIS 植被覆盖度分布图上随机选取 100 个像元, 因为 MODIS13Q1 的分辨率为 250 m, 因此每在 MODIS 影像上选取一个像元, 就对应的在 TM 影像上选取相同区域的 8×8 个像元, 计算区域内 64 个像元的平均值作为该区域植被覆盖度的估算值。以 TM 影像反演结果为理论值, MODIS 影像反演结果为估算

值,根据误差=|估算值-理论值|/理论值×100%,计算估算值相对于理论值的误差。最终计算结果如

图 4 所示,4 种植被指数估算误差均在 0.25 以下,但是相较于其他植被指数而言 MSAVI 误差较小。

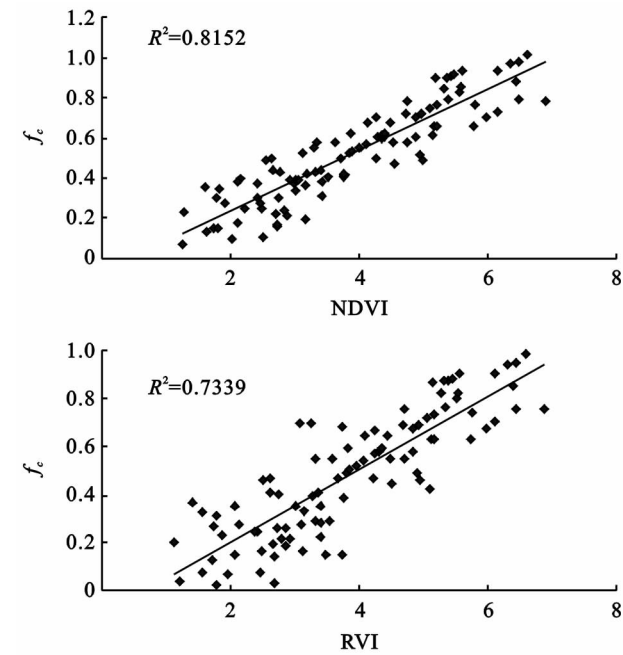


图 3 各植被指数与实测植被覆盖度的相关性

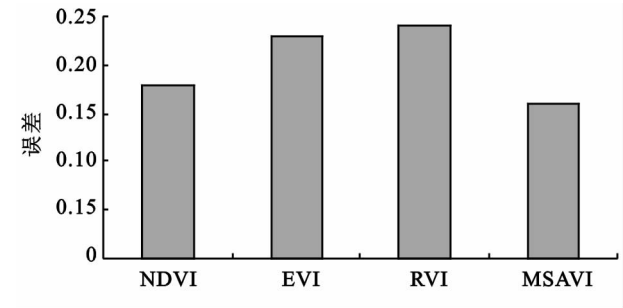


图 4 各植被指数误差比较

4 结论

(1) 基于 4 种植被指数 NDVI,EVI,RVI 和 MSAVI 反演的香格里拉县植被覆盖度都可以较好地反映该区地表植被的实际覆盖情况,并且与植被覆盖度呈显著正相关关系。说明利用遥感影像来估算地表植被覆盖度是可行的,而且是一种快速有效的方法。

(2) 对 4 种植被指数的估算结果进行分析,估算精度从高到低依次为 MSAVI,NDVI,EVI,RVI,建议对于香格里拉县植被覆盖的遥感估算选用能够调节土壤亮度并对 NDVI 土壤背景敏感度进行修正的修改型土壤调整植被指数 MSAVI。

参考文献:

[1] 徐柯健,张百平. 大香格里拉地区自然与文化多样性[J]. 山地学报,2008,26(2):212-217.
[2] 李亚飞,刘高焕. 大香格里拉地区植被空间分布的环境特征[J]. 自然资源学报,2011,26(8):1353-1362.

[3] 王兮之,陆龙,梁钊雄. 青海湟水流域植被覆盖度时空变化分析[J]. 水土保持研究,2010,17(6):172-176.
[4] 邢著荣,冯幼贵,杨贵军,等. 基于遥感的植被覆盖度估算方法述评[J]. 遥感技术与应用,2009,24(6):849-854.
[5] 赵时英. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003:251-277.
[6] Pearson R L, Miller L D. Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of the shortgrass prairie[J]. Remote Sensing of Environment, 1972,8(1):1355.
[7] Rouse Jr J W, Haas R H, Schell J A, et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS[C]. Washington DC: NASA Special Publication, 1974.
[8] Qi J, Chehbouni A, Huete A R, et al. A modified soil adjusted vegetation index[J]. Remote Sensing of Environment,1994,48(2):119-126.
[9] 陈晋,陈云浩. 基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用[J]. 遥感学报,2001,5(6):416-422.
[10] 陈吉龙. 重庆市三峡库区植被覆盖度的遥感估算及动态变化研究[D]. 重庆:西南大学,2010.
[11] 李小亚,张勃,靳自宝. 基于 MODIS-NDVI 的甘肃河东地区植被覆盖度动态监测[J]. 水土保持研究,2013,20(1):112-115.
[12] Zribi M, Le Hégat-Masclé S, Taconet O, et al. Derivation of wild vegetation cover density in semi-arid regions; ERS2/SAR evaluation[J]. International Journal of Remote Sensing,2003,24(6):1335-1352.
[13] Koenker R, Bassett Jr G. Regression quantiles[J]. Econometrica; Journal of the Econometric Society, 1978,46(1):33-50.