

基于数码照片的草地植被覆盖度提取研究

Research on Extraction of Grassland Vegetation Coverage Based on Digital Photos

白雪松

Xuesong Bai

内蒙古师范大学 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

摘要: 植被覆盖度是反映一个地区植被分布及生长状况的重要指标。论文提出了一种基于 ExG 指数和 OTSU 算法的数码照片植被覆盖度提取模型, 并使用此模型对获取的 25 张草地数码照片的植被覆盖度进行估算, 并将计算结果与监督分类结果进行回归分析。结果表明, 使用 ExG 指数模型计算出的植被覆盖度有着比较高的准确性, 可信程度较高, 与最大似然分类法相比, ExG 指数模型的自动化程度较高且受人的主观影响较小, 在植被覆盖度的地面测量中具有很高的实用价值。

Abstract: Vegetation coverage is an important index reflecting the distribution and growth of vegetation in a region. In this paper, a vegetation coverage extraction model based on ExG index and OTSU algorithm is proposed for digital photos. The vegetation coverage of 25 digital photos of grassland is estimated using this model, and the calculated results and supervised classification results are analyzed by regression. The results show that the vegetation coverage calculated by the ExG index model has higher accuracy and reliability. Compared with the maximum likelihood classification method, the ExG index model has a higher degree of automation and less subjective influence, so it has high practical value in the ground vegetation coverage measurement.

关键词: 植被覆盖度; ExG; OTSU; 数码照片

Keywords: vegetation coverage; ExG; OTSU; digital photograph

DOI: 10.12346/se.v4i4.7380

1 引言

植被覆盖度 (Fractional vegetation cover, FVC) 通常被定义为植被的地上部分 (包括叶、茎、枝) 到地面的垂直投影面积占统计区面积的百分比^[1]。它反映了一个地区的地表植被覆盖状况, 在生态系统中扮演了非常重要的角色。因此快速、准确地获取植被覆盖度对于荒漠化区域的治理具有重要意义。

地面测量是植被覆盖度检测的传统方法, 根据测量原理的不同可将植被覆盖度的地面测量方法分为目估法、采样法、仪器法和照相法^[2]。其中, 目估法原理较为简单, 但是受测量人员的主观意识的影响较大, 测量结果难免会出现偏差; 采样法和仪器法的优点是精度较高, 但操作复杂, 受限制条件较多, 经济成本较高效率低下。随着数码摄像技术的发展, 科研人员开始利用数码照相技术和图像处理技术开展

地面植被覆盖度的测量。Zhou 和 Robson 在进行地面植被覆盖度测量时, 提出了一种自动提取数码照片中植被覆盖度的方法, 这种方法克服了原有地面测量方法中人类主观因素的影响, 提高了地面植被覆盖度测量的准确性^[3]。宋雪峰从利用 Photoshop 软件样方照片数据中提取 6 项指标, 通过分析建立逻辑判别模型, 对样方照片中的植被覆盖度进行了计算。张学霞等针对数码照相过程中由于中心投影引起的照片边缘畸变问题进行了探讨, 并采用几何控制点的方式解决了图片的边缘畸变问题。钱金波计算过绿特征 (ExcessGreen, ExG) 植被指数区分植被和非植被, 并通过主观设置面积阈值从非绿色植被中提取出了狼毒花。

从数码照片中准确地提取植被覆盖度的关键是使用某种植被指数对图片进行处理, 增强数码照片中植被与背景之间的差异, 并设定一个合适的阈值将图像中的植被和非植被

【作者简介】白雪松 (1996-), 男, 蒙古族, 中国内蒙古通辽人, 在读硕士, 从事遥感数字图像处理研究。

部分进行区分,从而计算出数码照片的植被覆盖度。因此,论文使用 ExG 指数建立了基于 ExG 指数的数码照片植被覆盖度提取模型。此模型的核心是通过 ExG 指数和 OTSU 算法提取出数码照片中的植被信息部分,并通过像元统计法计算照片中的植被覆盖度。为了验证此模型的可靠性,论文采用最大似然分类法对相同的数码照片进行植被覆盖度提取,通过对两种方法的计算结果的对比来验证 ExG 指数法的可靠性。

2 数据获取与研究方法

2.1 数据获取及处理

文中所用的数码照片均采集自内蒙古乌兰察布市四子王旗中北部的荒漠草原地区,照片范围为采样点周围 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 内的区域。文中所使用的植被覆盖度计算方法对于相机的性能要求不高,任何一部智能手机的摄像头即可完成采样工作,文中所使用的数码照片均使用荣耀 V10 手机自带的摄像头拍摄。

在采集数码照片前,在每个采样点周围放置一个 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的铁质样方框,然后使用手机在采样点正上方向下垂直拍摄,以此方法共采集 25 张照片。由于拍摄角度的问题,采集的数码照片难免会出现几何畸变,因此需要通过校正处理消除相片的几何畸变。将所采集的数码照片使用 Photoshop 软件中的透视裁剪功能,将照片进行裁剪并进行几何校正,结果如图 1 所示。



图 1 样方照片几何校正

2.2 研究方法

2.2.1 算法原理

数码照片植被覆盖度的提取分为两个步骤,第一,选取一个能够突出植被特征的植被指数;第二,设定最佳阈值,将植被指数大于阈值的设置为植被像元,小于阈值的设置为非植被像元。根据植被在可见光波段的光谱特征,论文选择了过绿植被 (Excess Green, ExG) 作为图像分割算法中的植被指数,即:

$$ExG = 2G - R - B \quad (1)$$

式中, R 代表红光波段的像元值; G 代表绿光波段的像元值; B 代表蓝光波段的像元值。

将所有图片进行 ExG 指数的计算,并生成灰度图片,结果如图 2 所示。

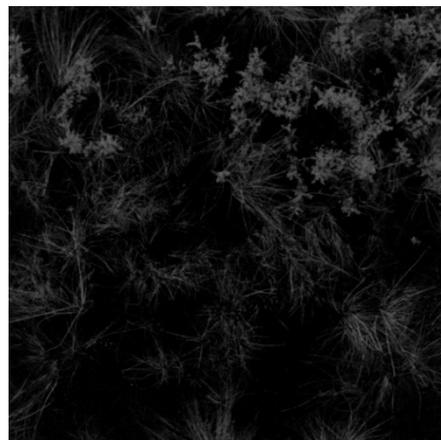


图 2 ExG 灰度图像

从图中可以发现植被与土壤背景的灰度值有很大的差异,表明 ExG 指数对绿色比较敏感,并且可以有效抑制土壤背景信息,能够从图片中将植被提取出来。

2.2.2 阈值设定

为了将植被像元从图片中提取出来,需要设定一个合适的阈值将图像分为植被和背景两类。由于不同的图像中植被的特点都不相同,所以不能选择固定的阈值来提取植被,因此需要根据图像的灰度特征为每一张图片设定一个不同的阈值。论文选择 Otsu 算法计算植被提取的阈值。Otsu 算法是阈值分割中的一种常用算法,它可以根据图像自动生成适合该图像的最佳阈值,由日本学者大津展之于 1979 年提出。大津法又被称作最大类间方差法,因为按照大津法对图像进行二值化后被提取的内容背景之间的类间方差最大。大津法被认为是阈值选取中的最佳算法,此方法计算简单,受图片亮度和对比度影响较小,因此被广泛运用于图像分割处理中。

将灰度图像看作一个 $M \times N$ 大小的矩阵,即图像中的像素,每一个值即为像素值。将待求的阈值记为 T ,将植被像素点个数占整幅图像像素点个数的比例记为 S_1 ,植被像素的平均灰度记为 K_1 ;背景像素点个数占整幅图像像素点个数的比例记为 S_2 ,背景像素的平均灰度记为 K_2 。图像的总平均灰度记为 K ,类间方差记为 R^2 ,图像中像素灰度大于阈值 T 的像素个数记为 C_1 ,像素灰度值小于阈值 T 的像素个数记为 C_2 ,则有:

$$S_1 = \frac{C_1}{M \times N} \quad (2)$$

$$S_2 = \frac{C_2}{M \times N} \quad (3)$$

$$C_1 + C_2 = M \times N \quad (4)$$

$$1 = S_1 + S_2 \quad (5)$$

$$K = S_1 \times K_1 + S_2 \times K_2 \quad (6)$$

$$R^2 = S_1 \times (K_1 - K)^2 + S_2 \times (K_2 - K)^2 \quad (7)$$

将 6 式代入 7 式可得等价公式 (7) :

$$R^2 = S_1 \times S_2 \times (K_1 - K_2)^2 \quad (8)$$

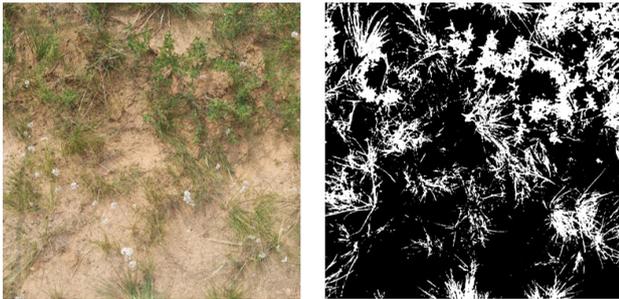
根据公式遍历所有像元, 使得 R^2 最大的灰度值即为 Otsu 阈值。根据计算出来的阈值将灰度图像进行二值化处理。

为了快速地将大量图片进行植被提取, 基于以上的植被提取算法在 MATLAB 中编制了植被自动提取模型, 并对实验中采集的 25 张图片进行植被提取。

将准备处理的 25 张图片输入模型中, 经过计算得到 25 张灰度图像和二值图像。提取结果中, 白色像元表示植被信息, 黑色像元表示背景信息。然后将结果加载到 ENVI 软件中, 统计植被像元占全部像元的比例即为植被覆盖度, 公式如下:

$$FVC = \frac{F_1}{F} \quad (9)$$

式中, FVC 为图像的植被覆盖度; F_1 为图像中植被像元数量; F 为图像中所有像元的数量。



原图像 提取结果

图 3 植被提取结果

3 结果与验证

为了对使用 ExG 指数法提取的植被覆盖度进行精度分析, 需要获取到样方植被覆盖度的参考值。因此, 论文使用 ENVI5.3 软件对获取的 25 张照片进行监督分类, 使用人工目视解译的方法分别选择每张图片中的植被区样本和非植被区样本作为训练样本, 用最大似然法对 25 张图片进行监督分类, 将样方图片分为植被和非植被, 并使用公式 9 计算植被覆盖度, 将计算出的结果作为参考值。

将模型计算结果与植被覆盖度参考值进行回归分析, 结果如图 4 所示。从图中可以看出使用 ExG 指数法计算出的植被覆盖度与植被覆盖度参考值有着很高的相关性 ($R^2 = 0.94062$), 这说明通过 ExG 模型计算出的植被覆盖度有着

很高的精度。

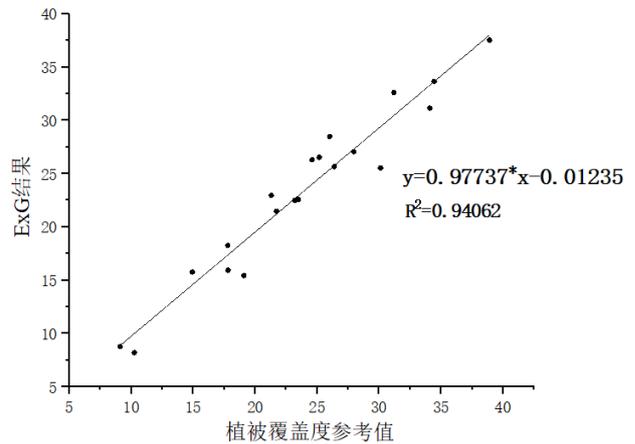


图 4 ExG 结果与植被覆盖度参考值比较

4 结语

论文利用 ExG 指数增强了数码照片中植被与背景之间的差异, 突出植被信息, 并结合 Otsu 算法实现了数码照片中植被的自动提取, 计算出了数码照片中的植被覆盖度。植被覆盖度提取算法使用 Matlab 构建, 可以对照片进行批量处理, 和传统的目视解译方法相比, 具有更强的客观性。

从 ExG 指数法和最大似然分类法的植被提取结果来看, 两种方法的拟合效果较好, R^2 达到了 0.94062, 表明 ExG 指数法计算的植被覆盖度精度较高; 从两种方法的计算过程来看, ExG 指数法不需要人工选择训练区, 可以利用计算机进行植被覆盖度的自动提取, 节省了大量的时间。

论文中提出的数码照片植被覆盖度提取算法中人工干预较少, 计算过程客观, 并且对拍摄设备和光照条件等外在条件要求不高, 适用性较强。由于 ExG 指数只对绿色较为敏感, 只是单纯地从颜色角度对图片中的植被进行识别, 识别不出植物的花和茎等植被组成部分, 有着明显的局限性。在未来的研究中选择更合适的植被指数, 或者引入形态学算法, 进一步提高数码照片在植被覆盖度提取的精度。

参考文献

- [1] 刘峰,刘素红,向阳,等.园地植被覆盖度的无人机遥感监测研究[J].农业机械学报,2014,45(11):250-257.
- [2] 陈祖刚,巴图娜存,徐芝英,等.基于数码相机的草地植被盖度测量方法对比研究[J].草业学报,2014,23(6):8.
- [3] Zhou Q, Robson M. Automated rangeland vegetation cover and density estimation using ground digital images and a spectral-contextual classifier[J]. International Journal of Remote Sensing, 2001,22(17):3457-3470.