

基于植被指数的绿地信息提取的比较

胡晓雯¹ 曹爽¹ 赵显富¹

摘要

运用遥感图像处理系统(ENVI)对快鸟(Quickbird)高分辨率遥感影像进行预处理,利用归一化差值植被指数(NDVI)、归一化差异绿度指数(NDGI)、土壤调节植被指数(SAVI)和修正土壤调节植被指数(MSAVI)对南京市鼓楼区进行了绿地信息提取,通过 Matlab 软件比较了其灰度图像、直方图和二值图像,并分析其方差,在 C 语言的平台上进行了精度评定.实验结果表明:在该研究区中,SAVI、NDVI 的绿地提取能力较好;NDGI、MSAVI 出现了明显的漏分、错分情况,但 MSAVI 在建筑物、植被边缘提取上表现出相对的优越性.

关键词

植被指数;Quickbird 遥感影像;绿地信息提取;高分辨率

中图分类号 TH71;TG803

文献标志码 A

0 引言

遥感植被指数是一种利用卫星探测数据的线性或非线性组合来反映植被的存在、状态、数量、质量及时空分布特点的指数^[1-3],它利用在轨卫星的红光(0.6~0.7 μm)和红外波段(0.7~1.1 μm)的不同组合进行植被研究,包含了 90% 以上的植被信息^[4].迄今基于植被指数的研究多为单个指数的定量应用以及植被覆盖几何特征、大气状况和传感器类型等对其影响方面^[5-6],而关于多个指数在同一区域的对比研究还鲜有报道.本文根据南京市鼓楼区特定的自然环境,采用实地考察与影像分析相结合的方法,以 2007 年 7 月的 Quickbird 遥感影像为主信息源,其空间分辨率很高,可以直接在影像上解译出地物信息,方便进一步地判别与研究.在此基础上,通过在 Matlab 平台上的编程分析,比较研究归一化差值植被指数(NDVI)、归一化差异绿度指数(NDGI)、土壤调节植被指数(SAVI)和修正土壤调节植被指数(MSAVI)4 种植被指数,并做了精度评定和分析研究,为该特定区域的 Quickbird 遥感数据展开应用和最佳植被指数研究提供了一定的参考价值.

1 研究区域

南京市位于江苏省西南部,地处 118°22'~119°14'E,31°14'~32°36'N,属于北亚热带气候区,季风显著,四季明显,冬夏长而春秋短,全年平均温度 15.1℃,无霜期 230.8 d,年平均降雨量为 1 019.3 mm,梅雨季节在 6 月前后.本文选取的研究区域是南京市鼓楼区,地处南京市城区西北部,位于山峦环绕,湖川相依,山、水、城、林浑然一体的中心城区.

2 研究方法

2.1 数据来源及其预处理

由于卫星图像仅反映瞬间的地面实况,南京绿地景观季相变化大,故时相应选在 4—10 月为宜.此段时间内,各种绿地景观类型都呈明显的绿色,光谱信息明显,易于判读.本研究的主信息源为 2007 年 7 月的 Quickbird 高分辨率遥感影像(卫星影像分辨率为 0.61 m),该影像成像质量比较好,无任何斑点或条带噪音,成像时天气状况良好,全景影像无任何云斑,成像季节选择合理,影像上不同地被物的

收稿日期 2011-10-09

资助项目 南京信息工程大学科研基金(20070067)

作者简介

胡晓雯,女,硕士生,研究方向为“3S”技术及其应用. huxiaowen19870528@126.com

赵显富(通信作者),男,教授,研究方向为“3S”技术及其应用、精密工程与工业测量. xfu_zhao@163.com

¹ 南京信息工程大学 遥感学院,南京,210044

分异清晰,能很好地反映植被盖度错落的景观.文中首先利用遥感图像处理系统(ENVI)软件^[7]对多波段影像进行图像预处理,包括几何纠正、图像拉伸、边缘增强以及研究区域截取.

2.2 植被指数提取

本文通过 Quickbird 多光谱中的蓝、绿、红、近红外 4 个波段,进行 4 个波段的组合得出 NDVI、NDGI、SAVI、MSAVI 4 种植被指数(计算方法见表 1),利用 Matlab 软件编程,得出相关植被指数提取绿地信息的灰度图像,以此为根据作出直方图,从而了解图像的灰度分布情况,为图像阈值的确定提供根据,进而得出对应的二值图像,并与参考图像进行对比,编程进行精度评估(图 1),同时截取研究区中的 6 个区域,对其进行方差分析,作出相关的结论.

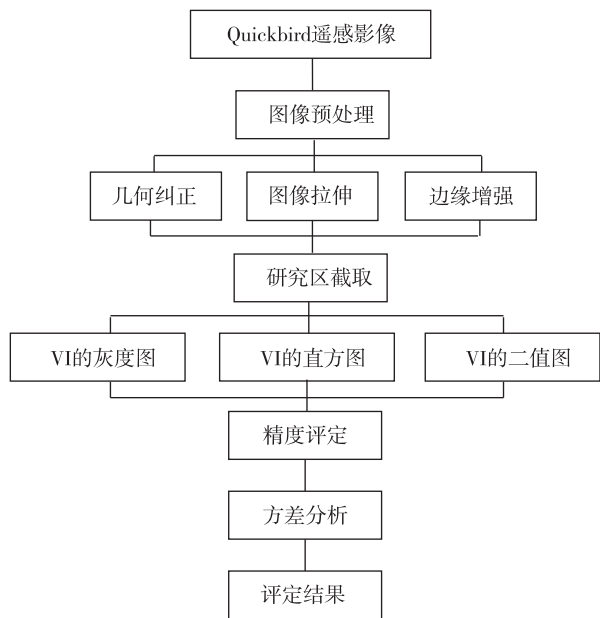


图 1 绿地信息提取流程

Fig. 1 Flow chart of deriving green land

3 结果与分析

3.1 实验结果

图 2 表示 4 种植被指数的灰度图像;图 3 是 4 种植被指数的直方图(横坐标是像元亮度值,即 Digital Number, DN 值;纵坐标是该 DN 值的像素数);图 4 是 4 种植被指数的二值图像;表 2 是 4 种植被指数的二值图像与参考图像对比得出的精度结果.

表 2 4 种植被指数的精度评定表

植被指数	正确率/%	漏分率/%	错误率/%
NDVI	94.39	4.20	1.41
NDGI	88.32	3.14	8.54
SAVI	94.47	4.01	1.52
MSAVI	83.10	10.72	6.18

3.2 结果分析

从 C 语言编程得到的精度评定结果中可以看出,4 种植被指数辨别绿地的正确率都比较高.经过空间配准的两幅或多幅单波段遥感图像,可以通过代数运算来突出特定的地物信息,从而达到某种增强目的^[13].文中的植被指数都运用了差值或比值运算,两波段亮度值相减后,差值大的被突出出来,植被在红波段和红外波段的差值很大,明显大于土壤、水、建筑物等,因此容易被区分出来.比值运算可以检测波段的斜率信息并加以扩展,以突出不同波段间地物光谱的差异,从而提高对比度^[14].

NDGI 与 NDVI 相比效果较差,原因在于该植被指数选用了红光波段和绿光(非近红外)波段的亮度值作为波段组合的信息源,而红外和红光波段的亮度值差异较大,在突出信息方面有着明显的优越性;从直方图(图 3b)分析也可看出 NDGI 的亮度值分布

表 1 4 种植被指数的计算方法

Table 1 Calculation formula of 4 vegetation indices

植被指数	计算方法	出处
NDVI	$I_{NDVI} = \frac{I_{NIR} - I_R}{I_{NIR} + I_R}$	文献[8-9]
NDGI	$I_{NDGI} = \frac{I_G - I_R}{I_G + I_R}$	文献[10]
SAVI	$I_{SAVI} = \frac{I_{NIR} - I_R}{I_{NIR} + I_R + L} \times (1 + L)$	文献[11]
MSAVI	$I_{MSAVI} = \frac{1}{2} \left(2I_{NIR} + 1 - \sqrt{(2I_{NIR} + 1)^2 - 8(I_{NIR} - I_R)} \right)$	文献[12]

注: I_R 表示遥感影像中红光波段的灰度值; I_{NIR} 表示近红外波段的灰度值; I_G 表示绿光波段的灰度值; L 为土壤反射调节因子,取值 0~1.

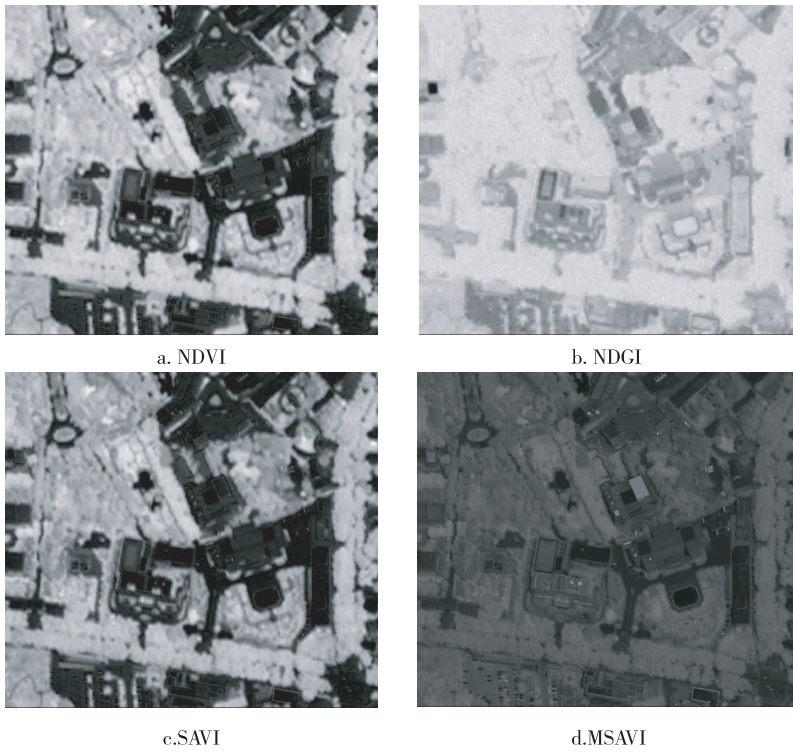


图2 4种植被指数的灰度图像

Fig. 2 Gray image of 4 vegetation indices

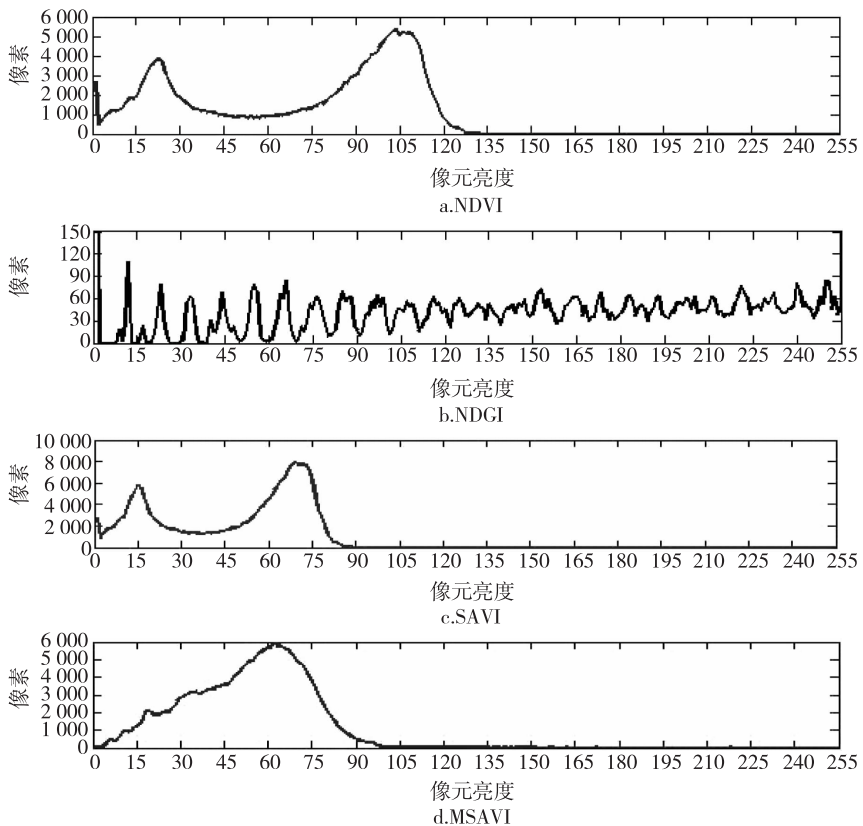


图3 4种植被指数的直方图

Fig. 3 Histogram of 4 vegetation indices

比较均匀,并不能清晰地目视出其阈值,因此在 Matlab 中选用了自动匹配阈值的方法,得出的二值图像(图 4b)的清晰度较差,区分绿地与非绿地能力较弱,在图像的左上角,大型花坛周围的土壤未能辨别出来,图像中右方误将建筑物当成了绿地,这些在评定结果中也得到了充分的验证。

从实验结果来看,SAVI 提取绿地的效果略优于 NDVI。从直方图(图 3c)可以看出,SAVI 与 NDVI 的灰度分布类似,基本成正态分布,曲线平滑,阈值明显,所得出的二值图像区分绿地与非绿地的能力较好。SAVI 是通过向 NDVI 的分母中引入了土壤反射调节因子 L ,而 Huete 提出^[11]将土壤亮度对于光谱植被指数的影响减至最低,进一步降低土壤背景变化对植被指数的影响,Huete 的研究表明对于不同的土壤背景,SAVI 几乎可以排除土壤引起的植被指数变化^[11]。 L 取值范围为 $0 \sim 1$,可以随着土壤类型与叶面积指数而变化, $L = 0$ 时,表示植被覆盖为零, $L = 1$ 时,表示植被覆盖度非常高,土壤背景的影响为零。本文考虑到研究区的植被覆盖率在 $40\% \sim 50\%$,属于中密度覆盖,选取 L 为 0.5 。 L 是 SAVI 提取植被信息的关键,能够降低土壤背景的影响,但也降低了与植被覆盖度的相关性,Huete 推荐的最佳 L 值(0.5)

有很大局限性,并不具有普遍性和一般性。

在 4 种植被指数中,MSAVI 区分绿地与非绿地的能力最弱。MSAVI 其实质就是将 SAVI 中的常量 L 替换为变量,此变量可以归纳得出,也可以使用 NDVI 与 WDVI(权重差值植被指数)计算得出。MSAVI 克服了这种缺陷,因而适用范围更加广泛。但观察其直方图(图 3d),图中曲线与 SAVI 相比,不够平滑,阈值较难确定,其原因在于 MSAVI 在监测低中植被覆盖度时效果并不理想,但随着植被覆盖度的增加,逐渐表现出优势^[12]。另一方面,观察 MSAVI 的二值图像(图 4d),与其他 3 种植被指数相比,其辨别建筑物、灌木轮廓的能力较强,清晰区分出了绿地中的建筑物个体以及建筑群中的绿化带。

本文在预处理后的原图像上截取了 6 个样区,对其进行植被提取,并在 Matlab 上执行方差命令,求出 4 种植被指数 6 个样区的方差并做出对应的线性图(图 5)。由于方差代表了其离均值的程度,方差越小越有利于植被的提取,图 5 的结果与精度评定结果在植被提取优劣上表现出了一致性。

4 结论

本文主要以 2007 年 7 月南京市鼓楼区 Quick-

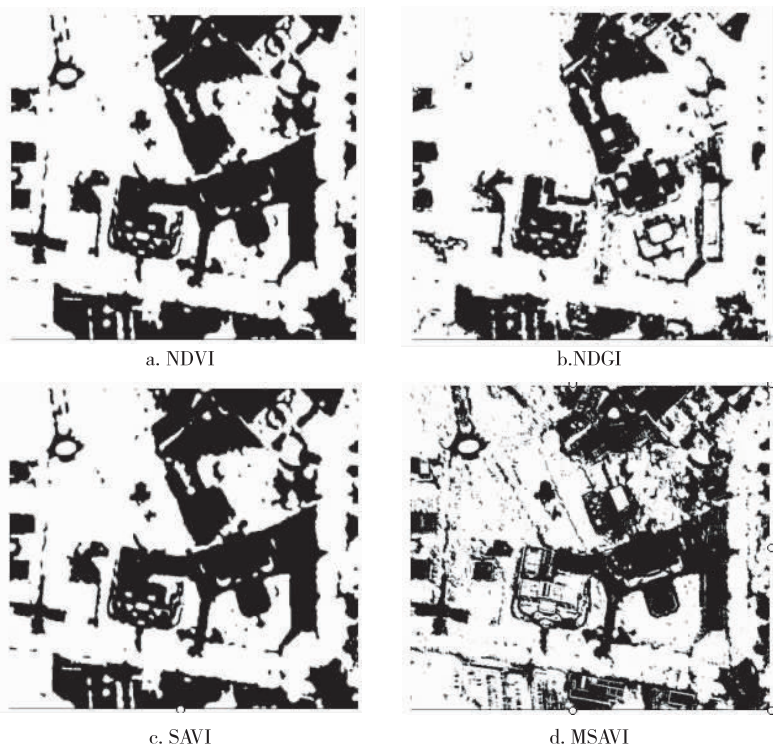


图 4 4 种植被指数的二值图像

Fig. 4 Binary image of 4 vegetation indices

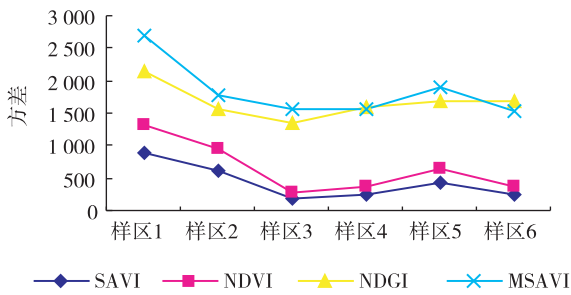


图5 4种植被指数的线性

Fig. 5 Linear graph of 4 vegetation indices

bird 遥感影像为数据源,通过 ENVI 软件对其进行图像预处理,Matlab 编程得出 4 种植被指数 (NDVI、NDGI、SAVI、MSAVI) 的灰度图像、直方图和二值图像,分析其方差和精度得出以下结论。

1) Quickbird 遥感影像分辨率高,不存在混合像元问题,文中 4 种植被指数提取植被信息的能力都较强,达到了图像增强的效果,辨别指数达到 83% ~ 94%。

2) 从直方图分析来看,NDVI、SAVI 的曲线平滑,基本成正态分布,阈值清晰,两者的辨别指数都达到 94% 以上;NDGI 灰度分布均匀,MSAVI 出现灰度突变的情况,皆不利于阈值的提取,导致了两者分辨指数较低。

3) 目视解译 4 种植被指数的二值图像,NDVI、SAVI 图像的辨别能力较好,NDGI、MSAVI 均出现了明显漏分和错分的情况,但从图像上可以看出 MSAVI 将建筑物、植被的轮廓提取得很清晰,在边缘提取上有一定的优越性。

4) 通过 C 语言编程,与参考图像对比,评定出了 4 种植被指数提取绿地的精度,由强至弱依次是 SAVI、NDVI、NDGI、MSAVI,这与利用二值图像方差进行评定得出的结果是一致的。该结论仅对此研究区域而言,有一定的局限性。

参考文献

References

[1] Li Z F, Li X B, Wei D D, et al. An assessment of correlation on MODIS-NDVI and EVI with natural vegetation coverage in Northern Hebei Province, China[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, 2: 964-969

[2] Wu J D, Wang D, Bauer M E. Assessing broadband vegetation indices and QuickBird data in estimating leaf area index of corn and potato canopies[J]. *Field Crops Research*, 2007, 102(1): 33-42

[3] 高志强,刘纪远. 基于遥感和 GIS 的中国植被指数变化的驱动因子分析及模型研究[J]. *气候与环境研究*, 2000, 5(2): 155-164
GAO Zhiqiang, LIU Jiyuan. The study on driving factors and models of NSVI change based on remote sensing and GIS in China[J]. *Climatic and Environmental Research*, 2000, 5(2): 155-164

[4] 田庆久,闵祥军. 植被指数研究进展[J]. *地球科学进展*, 1998, 13(4): 327-333
TIAN Qingjiu, MIN Xiangjun. Advances in study on vegetation indices [J]. *Advance in Earth Sciences*, 1998, 13(4): 327-333

[5] 罗亚,徐建华,岳文泽. 基于遥感影像的植被指数研究方法述评[J]. *生态科学*, 2005, 24(1): 75-79
LUO Ya, XU Jianhua, YUE Wenze. Research on vegetation indices based on the remote sensing images [J]. *Ecological Science*, 2005, 24(1): 75-79

[6] Sun Z D, Chang N B, Opp C, et al. Evaluation of ecological restoration through vegetation patterns in the lower Tarim River, Chian with MODIS NDVI data[J]. *Ecological Informatics*, 2011, 6(2): 156-163

[7] 邓书斌. ENVI 遥感图像处理方法[M]. 北京: 科学出版社, 2010
DENG Shubin. ENVI remote sensing image processing method [M]. Beijing: Science Press, 2010

[8] 郭妮. 植被指数及其研究进展[J]. *干旱气象*, 2003, 21(4): 71-75
GUO Ni. Vegetation index and its advances [J]. *Arid Meteorology*, 2003, 21(4): 71-75

[9] Ünsalan C, Boyer K L. Linearized vegetation indices based on a formal statistical framework[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2004, 42(7): 1575-1585

[10] Meyer G E, Neto J C. Verification of color vegetation indices for automated cro Pimaging applications[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2008, 63(2): 282-293

[11] Huete A R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI) [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1998, 25(3): 295-309

[12] Van Delm A X, Gulinck H. Classification and quantification of green in the expanding urban and semi-urban complex: Application of detailed field data and IKONOS imagery [J]. *Ecological Indicators*, 2011, 11(1): 52-60

[13] 韦玉春,汤国安,杨昕. 遥感数字图像处理教程[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 140-144
WEI Yuchun, TANG Guoan, YANG Xin. Remote sensing digital image processing tutorial [M]. Beijing: Science Press, 2007: 140-144

[14] 梅安新,彭望球,秦其明,等. 遥感导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 122-123
MEI Anxin, PENG Wanglu, QIN Qiming, et al. Remote sensing introduction [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001: 122-123

Comparative study in deriving green land based on vegetation indices

HU Xiaowen¹ CAO Shuang¹ ZHAO Xianfu¹

1 School of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract The paper preprocesses Quickbird high-resolution sensing images based on ENVI and uses 4 kinds of vegetation indices, Normalized Difference Vegetation Index(NDVI), Normalized Differential Green Index(NDGI), Soil Adjusted Vegetation Index(SAVI), and Modified Soil Adjusted Vegetation Index(MSAVI) to derive green land from Gulou district in Nanjing. Tacking the images with the programs of Matlab software, the paper analyses their gray image, histogram, binary image and variance and gives the result through C language. The experiments show that in this study area, SAVI and NDVI could derive green land well; mistakes and omissions appeared in NDGI and MSAVI deriving; MSAVI shows superiority in edge extraction of buildings and vegetation.

Key words vegetation; Quickbird sensing image; derive green land; high-resolution