

Research on the Method of Extracting Urban Construction Land Based on Gaofen-1 Satellite Remote Sensing Data

Boling Yin, Yang Yu, Ling Su, Yuhang Liu, Lian Zhang

College of Architecture and Urban Planning, Chongqing Jiaotong University, Chongqing
Email: 412528505@qq.com

Received: Apr. 23rd, 2019; accepted: May 6th, 2019; published: May 13th, 2019

Abstract

The phenomenon of urban sprawl and contraction in cities seriously restricts the coordinated regional development. It is urgent to extract the boundary of urban buildings by remote sensing method to assist the government in policy decision and coordinate regional development. This paper selects supervision classification, support vector machine classification and vegetation index classification, extracts urban construction land based on gaofen-1 satellite remote sensing image, and discusses the construction land extraction method suitable for gaofen-1 remote sensing image through precision test. The results show that support vector machine classification has the best effect on gaofen-1 image extraction, the average effect on supervised classification and the poor effect on vegetation index classification.

Keywords

Gaofen-1 Satellite, Construction Land Extraction, Image Classification

基于高分一号卫星遥感数据 提取城市建设用地 方法研究

殷博灵, 余 阳, 苏 玲, 刘宇航, 张 炼

重庆交通大学, 建筑与城市规划学院, 重庆
Email: 412528505@qq.com

收稿日期: 2019年4月23日; 录用日期: 2019年5月6日; 发布日期: 2019年5月13日

文章引用: 殷博灵, 余阳, 苏玲, 刘宇航, 张炼. 基于高分一号卫星遥感数据提取城市建设用地方法研究[J]. 地球科学前沿, 2019, 9(5): 334-340. DOI: 10.12677/ag.2019.95037

摘要

大城市城市蔓延与收缩现象严重制约区域协调发展。通过遥感方法提取城市建筑物边界进而辅助政府政策决议、协调区域发展刻不容缓。本文选取监督分类、支持向量机分类和植被指数分类,基于高分一号卫星遥感影像提取城市建设用地,通过精度检验探讨适合高分一号遥感影像的建设用地提取方法。结果表明,支持向量机分类对高分一号影像提取建设用地的效果最佳,监督分类的提取效果一般,植被指数分类的提取效果较差。

关键词

高分一号卫星, 建设用地提取, 影像分类

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大城市边界问题关乎区域社会经济的发展。自 90 年代以来,城市经济社会转型加快,城市人口与经济不协调发展,导致部分城市出现了城市蔓延或城市收缩现象[1]。

通过遥感方法提取建设用地的提取,能更直观的了解区域城市增长边界发展现状,建设用地提取成为遥感信息处理和分析领域的重要研究内容。Hofmann [2]将 IKONOS 影像的光谱、形态与背景信息相结合,以此提高该影像居民地的分类精度;A. Huertas 和 R. Nevada [3]对遥感图像中线段的空间关系进行分析,并结合感知分组理论对建筑物目标进行假设和验证;齐永菊等[4]通过研究不同分类方法的分类精度,提出利用遥感影像提取建筑物的最佳分类方式;陈杰等[5]则重点研究了多光谱影像的分割,并在此基础上提出建设用地的基于支持向量机的面向对象提取方法。

高分一号是在 2013 年由我国发射,搭载有 2 台分辨率为 2 m 全色/8 m 多光谱的高分辨率相机和 4 台分辨率为 16 m 的多光谱宽幅相机,重访周期为 4 天。其空间分辨率高,相机数量多,分辨率遥感视场大[6],但利用其影像提取建筑物的方法研究工作进展缓慢。基于此,本文通过不同方法提取高分一号影像建设用地,对各种方法进行比较分析,探索高分一号影像的建设用地提取的最优方式,提高城市边界研究的精度。

2. 研究区域

昌平区属于北京市主城区,地处东经 115°50'17"~116°29'49",北纬 40°2'18"~40°23'13"之间,幅员面积 1352 平方千米。东邻顺义区,南接朝阳区、海淀区,西与门头沟区接壤。地势北高南低,属半湿润大陆性季风气候,冬暖夏凉,年平均气温 11.8℃,年均降水量 550.3 毫米。属北京市西北部边缘,为北京市城市蔓延地带,呈放射状趋势蔓延,城市空间利用率低,区域呈现不协调发展。

3. 分类方法

对于同一地区的遥感影像,运用不同的解译方法进行分类,其分类结果在斑块破碎度、分类精度等上均有差异。因此,有必要对某类遥感图像的不同分类方法进行对比分析,找出适合该类图像解译的最

佳方法。

3.1. 植被指数法

将影像波段进行组合形成不同的植被指数，不同的植被指数值区间分别代表不同地物类别，因而可以通过调节植被指数区间区分地物类别。本文使用归一化植被指数对建设用地进行提取。其公式为：

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R) \quad (1)$$

其中， IR 为近红外波段， R 为可见光红光波段， $-1 \leq NDVI \leq 1$ 。

3.2. 监督分类法

监督分类法是遥感影像解译中最普遍的计算机方法，主要通过选择训练样区进行解译，利用训练样区的影像样本，选择特征参数建立地类判别公式，最终将遥感影像中的每个像元点归到指定地类中。其主要步骤有：训练样区建立，判别函数构建，计算机识别分类。监督分类的判别数学方法有平行算法、平行六边形法、最大似然法、最小距离法、马氏距离法、二值编码分类法、波谱角填图分类法以及费歇尔线性判别法。其中，最大似然分类法分类精度较好，广泛应用于各类遥感影像，其分类的思路是计算每个像元落于各先验类别的概率，落入概率最大的相应类别，即为该像素的所属类别。计算像元所属类别的方法为：

$$P\left(\frac{n_i}{\omega}\right) = \frac{P(n_i)P\left(\frac{\omega}{n_i}\right)}{P(\omega)} \quad (2)$$

式中， $P(n_i)$ 为第 i 地类在 n 个样本数据中出现的概率， $P(\omega)$ 是在所有考虑的数据中出现向量 ω 的概率 [7]。

3.3. 支持向量机法

是一种机器学习方式，主要基于统计学习理论，该方法只研究小型样本内机器学习的理论方法，因此只适合数据量较小的影像分类，其主要观点是 VC 维 [8]：

设样本集为 $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_j, y_j)\}$ ，其中 $x_i \in R_n, y_i \in \{-1, 1\}$ ， H, H_1, H_2 的方程即可分别表示为：

$$\begin{aligned} H &: w^*x + b = 0 \\ H_1 &: w^*x - b = 1 \\ H_2 &: w^*x - b = -1 \end{aligned} \quad (3)$$

在满足上述条件下， H_1, H_2 上的对象距离分离线的距离均为 $1/w$ ，则 H_1, H_2 之间的距离为 $2/w$ ，使类间隔最大，即 w_2 最小。按照该思想，即可进行基于支持向量机的解译。

3.4. 建设用地判定

建设用地具有显著的几何特征和光谱特征。几何特征即指建筑物在遥感影像中呈现出来的几何形状，一般为规则的几何图形，包括建筑物屋顶轮廓边缘夹角、屋顶轮廓线段、侧墙棱线等，高分一号影像具有 16 m 的分辨率，通过几何特征可以大致确定建设用地地类分布情况。

光谱特征即指指不同传感器、不同波段、不同时相遥感影像上地物光谱特征的空间集合，是遥感影像所包含的最重要的信息，是计算机解译的前提。在高分一号假彩色波段组合中(4.3.2 波段)，建设用地呈现蓝灰、青灰色，可作为本文训练样区选择的重要依据(图 1)。



Figure 1. Gaofen no.1 (WFV) image construction land (left: true color, right: false color)

图 1. 高分一号(WFV)影像建设用地(左:真彩色,右:假彩色)

4. 分类结果与分析

4.1. 图像预处理

原始遥感数据为高分一号分辨率为 16 m 的四波段(红、绿、蓝、近红外)数据[6]。通过辐射定标、大气校正和正射校正,得到校正后一景多光谱影像。再经裁剪,得到处理后昌平区遥感影像。见图 2。

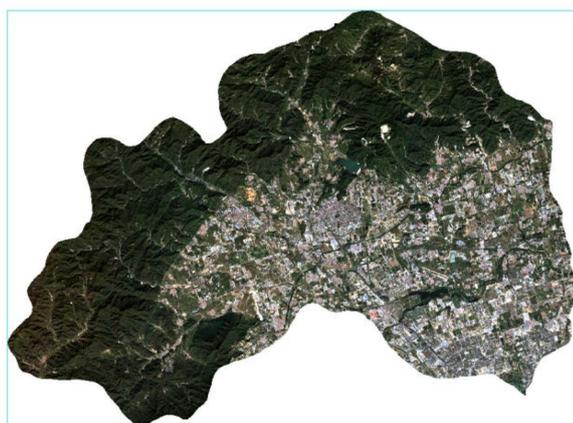


Figure 2. Original image of the study area

图 2. 研究区域原始影像图

4.2. 植被指数分类

利用归一化植被指数对建设用地进行分类的方法实质上属于面向对象的分类。ENVI 提供了 NDVI 的提取工具。利用原始影像提取区域 NDVI,并通过 raster color slice 工具寻找建设用地的 NDVI 区间,将属于该区间的区域归为建设用地,不属于该区间的区域归为非建设用地。正常情况下,建设用地的 NDVI 大于 0,但一般不超过 0.5。本文通过在 ENVI 中分类的比较,同时查阅相关文献,确定建设用地 NDVI 的值处于区间 0.078041 至 0.306744 之间。分类结果如图 3,其中,分类图中红色区域为建设用地,绿色区域为非建设用地:

可以看到,利用植被指数法进行建设用地的提取,结果并不理想。出现了较多的错分斑块,特别是某些水域错分为建设用地的情况较多;另一方面,由于植被指数自身的缺陷,某些区域建设用地区间与非建设用地区间非常接近,使得该区域下的建设用地无法识别,导致建设用地斑块零碎,面积占比减少,与实际情况不符,可见归一化植被指数并不适合于建设用地的提取。



Figure 3. Diagram of vegetation index classification results
图 3. 植被指数分类结果示意图

4.3. 监督分类

利用 ENVI 感兴趣区工具, 选取“建设用地”与“非建设用地”两大类, 选取标志性地物地作为两大类的训练样区。ENVI 中提供了多种分类函数。最大似然法是比较常见的监督分类, 其分类结果精度比较依赖训练样本的选择, 分类效果较好。基于此, 本文选取最大似然法作为监督分类函数, 其分类结果如图 4 所示。其中, 分类图中红色区域为建设用地, 绿色区域为非建设用地。



Figure 4. Diagram of supervised classification results
图 4. 监督分类结果示意图

可以看到, 相对于植被分类结果, 由监督分类的得到的分类效果图斑间联系度较高, 图斑形状较规则, 错分类别的情况较少, 对于一些几何、光谱特征建设用地的提取效果较好。总体上分类效果较好, 但仍出现许多细小斑点; 另一方面, 监督分类过程比较繁琐, 分类后处理程序多, 且容易产生椒盐噪声。

4.4. 支持向量机分类

支持向量机分类实质上是监督分类的分支, 其依赖监督分类下实现, 也需要选取足够的训练样区, 且训练样区的选取与监督分类的要求相同。为保证分类精度的可比性, 本文中支持向量机分类训练样本选用与 4.3 监督分类相同的训练样区。在 ENVI 软件的 Classification 菜单项中的 Supervised 中选择 Support Vevtor Machine 工具, 执行支持向量机分类功能。分类效果如图 5 所示, 其中, 分类图中红色区域为建设用地, 绿色区域为非建设用地:

运用支持向量机方法时, 软件主要通过提取单独建设用地斑块进行分类。由图中可知, 支持向量机方法将距离较近的建设用地自动归并, 使得结果具有较高精度。相对于监督分类, 其分类结果具有较少的细小斑块, 同时地类错分情况较小, 是比较理想的高分影像计算机分类方法。但该方法运行速度较慢, 不适合大范围区域的计算机解译。



Figure 5. Diagram of support vector machine classification results
图 5. 支持向量机分类结果示意图

4.5. 分类比较

对三种方法的分类结果进行精度评价,进而对方法精度进行相关的分析。精度评价指标主要有 Kappa 系数、总体精度、错分误差等,在日常运用中应根据不同需求,运用不同的评价参数进行精度评价。本文主要选取 Kappa 系数和总体精度进行评价,三种分类方法的分类精度如表 1 所示。

Table 1. Comparison of land extraction accuracy of Gaofen-1 satellite
表 1. 高分一号卫星用地提取精度比较

	支持向量机分类	监督分类	植被指数分类
kappa 系数	0.8295	0.7513	0.6769
总体精度	91.42%	87.39%	80.24%

根据表 1,支持向量机法与监督分类法对高分一号遥感影像的建设用地提取效果较佳,其 Kappa 指数均大于 0.7,总体精度均大于 85%,达到分类精度的要求。植被指数法分类法提取效果较差,Kappa 系数与总体精度均未达到分类精度的要求。因此,对于区域范围较小,建设用地地类斑块较集中的地区,运用高分一号影像进行建设用地提取时,分类方法以支持向量机法为最佳;对于区域范围较大,且建设用地几何、光谱特征较明显的地区,运用高分一号影像进行建设用地提取时,通常可选择监督分类方法的方法进行解译;一般不采用植被指数法对高分一号影像中的建设用地进行提取。

5. 结论

本文通过选取北京市昌平区高分一号影像数据,分别采用支持向量机分类、监督分类和植被指数分类 3 种方法,分析了各个方法对于高分一号影像数据支持下各方法提取建设用地的分类精度。并得到一系列结论:

1) 运用支持向量机方法和监督分类方法提取高分一号影像建设用地效果较佳,kappa 系数和总体精度分别为 0.8295、91.42%与 0.7513、87.39%,均达到分类精度要求,错分较少,图斑规则,联系度较高,但监督分类结果仍具有较多的细小斑块;运用指数分类方法提取建设用地效果差,kappa 系数和总体精度分别为 0.6769、80.24%,未达到分类精度要求。

2) 对于高分一号遥感影像,一般采用支持向量机法对区域范围较小,建设用地地类斑块较集中的地区进行建设用地的提取,采用监督分类方法对区域范围较大,建设用地几何、光谱特征较明显的地区进行建设用地提取;一般不采用植被指数法进行建设用地的提取。

基金项目

重庆交通大学 2017 年大学生创新创业训练项目(201710618082)。

参考文献

- [1] 张华, 练云龙. 国外收缩城市研究进展及其启示[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33(3): 34-42.
- [2] Bhaskaran, S., Paramananda, S. and Ramnarayan, M. (2010) Per-Pixel and Object-Oriented Classification Methods for Mapping Urban Features Using Ikonos Satellite Data. *Applied Geography*, **30**, 650-665.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.01.009>
- [3] Huertas, A. (1988) Detecting Buildings in Aerial Images. *Computer Vision Graphics & Image Processing*, **41**, 131-152.
[https://doi.org/10.1016/0734-189X\(88\)90016-3](https://doi.org/10.1016/0734-189X(88)90016-3)
- [4] 齐永菊, 裴亮, 叶国凤, 等. 高分辨率遥感影像建筑物提取方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2018(2): 119-123.
- [5] 陈杰. 高分辨率遥感影像面向对象分类方法研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [6] 东方星. 我国高分卫星与应用简析[J]. 卫星应用, 2015(3): 44-48.
- [7] 马荣华, 陈雯, 陈小卉, 等. 常熟市城镇用地扩展分析[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 418-426.
- [8] 刘经南, 姚宜斌, 施闯. 基于等价方差 - 协方差阵的稳健最小二乘估计理论研究[J]. 测绘科学, 2000, 25(3): 1-6.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org