

文章编号: 1004-4353(2017)01-0084-05

# MBI 多特征结合 GIS 缓冲区的高分影像 建筑物变化信息检测

徐军<sup>1,2</sup>, 杨航<sup>1</sup>, 李建松<sup>1</sup>, 韦金丽<sup>3\*</sup>

( 1. 武汉大学, 湖北 武汉 430072; 2. 广西壮族自治区地理国情监测院, 广西 南宁 530023;  
3. 广西壮族自治区基础地理信息中心, 广西 南宁 530023 )

**摘要:** 为准确地从高分辨率遥感影像中提取建筑物及其变化信息, 基于对建筑物先进行提取再变化检测的思想, 在采用改进的分水岭算法进行影像分割基础上, 结合形态学建筑物指数(MBI)的多特征支持向量机建筑物提取方法, 将 GIS 缓冲区引入建筑物变化检测. 针对配准误差、提取误差和建筑物位移现象引起的误差, 构建引入缓冲区的建筑物变化检测流程. 以 0.2 m 分辨率航空遥感影像为例, 对建筑物变化进行了检测试验, 结果表明本文的建筑物变化检测流程能够有效提高建筑物变化检测的准确性.

**关键词:** MBI; 多特征; 缓冲区; 高分影像; 建筑物; 变化检测

**中图分类号:** P237                      **文献标识码:** A

## The building change information detection of high resolution image combined with MBI mul-features and GIS buffer

XU Jun<sup>1,2</sup>, YANG Hang<sup>1</sup>, LI Jiansong<sup>1</sup>, WEI Jinli<sup>3\*</sup>

( 1. Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. Geographical Conditions Monitoring Institute of  
Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530023, China; 3. Guangxi Zhuang Autonomous  
Region Basic Geographic Information Center, Nanning 530023, China )

**Abstract:** In order to accurately extract the building and change information from high-resolution remote sensing images, the idea of first extracted building and then detected change was adopted. Based on the image segmentation with improved watershed algorithm, combined the SVM method with MBI and multi-feature, the GIS buffer was introduced to change detection. According to the detection error caused by registration error, extraction error and building displacement phenomenon, the building change detection process that introduces GIS buffer was constructed. With 0.2 m resolution aerial remote sensing images case, the building changes detection was tested, the test results showed that building change detection process can effectively improve the accuracy of the building change detection.

**Keywords:** MBI; mul-feature; buffer; high resolution image; building; change detection

### 0 前言

随着经济的高速发展, 建筑物的变化更新频率不断加快, 及时掌握建筑物的变化情况对于研究城市格局的发展变化趋势和进行相关地理数据统计

意义重大. 建筑物变化检测一般包含两种模式: 一种是对不同时相的两幅影像直接进行变化检测, 然后在变化的结果中提取建筑物, 该方法的检测准确度主要取决于影像的纠正和配准精度; 第二种是对不同时相的两幅影像分别进行建筑物提取后, 再进

行建筑物变化检测,该方式的检测准确度主要取决于建筑物提取的准确度.由于第一种模式对影像纠正和配准的精度要求较高,目前学者们多采用第二种模式进行建筑物变化检测研究<sup>[1-2]</sup>.

遥感影像上的建筑物因具有特殊的形状、光谱、纹理、边缘、阴影等特征,很多学者基于建筑物影像特征进行变化检测研究,如:季顺平等<sup>[3]</sup>、袁修孝等<sup>[4]</sup>、J.Tian 等<sup>[5]</sup>研究了基于阴影检测的建筑物变化检测方法;邵振峰等<sup>[6]</sup>提出了融合形态学建筑指数、纹理和慢特性分析图等多个特征进行面向对象的建筑物变化检测方法;C.Beumier 等<sup>[7]</sup>结合梯度、植被指数和光谱特征,通过构建直方图得到建筑物和非建筑物的比率对建筑物变化进行了检测.也有学者采用其他数据源进行了建筑物变化检测研究,如:吕钊等<sup>[8]</sup>、汪承义等<sup>[9]</sup>利用地面激光扫描数据进行了建筑物变化检测;巩翼龙等<sup>[10]</sup>、彭代峰等<sup>[11]</sup>将机载 LiDAR 点云数据与影像结合进行了建筑变化检测.基于以上研究,本文采用第二种建筑物变化检测模式,在对影像进行改进的分水岭分割基础上,结合形态学建筑物指数(MBI)的多特征支持向量机提取建筑物信息,并将 GIS 缓冲区思想引入建筑物变化检测,以此提高建筑物变化检测的准确性.

1 基于 MBI 特征的建筑物信息提取

为减少因高分辨率影像细节特征丰富造成的基于影像底层特征信息提取方法的时间复杂度增加的问题,本文引入改进的分水岭分割算法对高分辨率遥感影像进行分割,以分割后的像斑为对象,构建结合 MBI 的建筑物多特征组合,再采用支持向量机方法提取建筑物信息<sup>[12-13]</sup>.

1.1 改进的分水岭影像分割

采用改进的分水岭算法时,首先对影像进行形态学重建滤波处理,并计算形态学梯度图像;然后根据给定阈值对梯度图像进行阈值分割,以此得到修改后的梯度图像;最后对修改后的梯度图像进行分水岭分割,并根据给定的阈值对分割结果进行合并,得到最终分割结果<sup>[14]</sup>.算法主要流程见图 1.

1.2 基于 MBI 特征的 SVM 提取

由于建筑物的复杂性,使用单一特征很难得

到较好的建筑物提取效果,因此本文引入 MBI 用于建筑物提取,并结合光谱特征、几何特征和纹理特征来组成建筑物特征空间.考虑建筑物与非建筑物在多特征联合的特征空间中通常不是线性可分的,而 SVM 可以通过升维将低维特征空间中线性不可分的问题映射到高维特征空间中实现线性可分,因此本文选择 SVM 对分割后的影像对象进行建筑物分类<sup>[15]</sup>.SVM 方法提取建筑物的主要流程如图 2 所示.

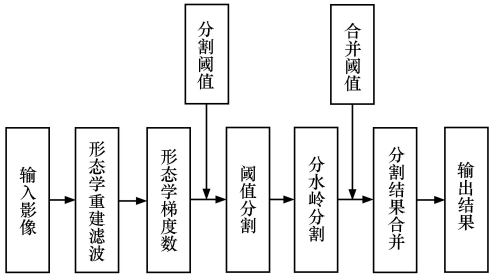


图 1 改进的分水岭算法流程

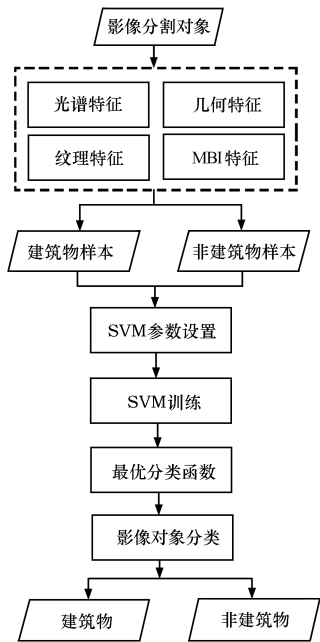


图 2 SVM 方法提取建筑物信息的流程

2 结合缓冲区的建筑物变化信息检测

在提取建筑物信息的基础上,设定缓冲区半径对旧时期建筑物提取结果进行 GIS 缓冲区分析,然后将缓冲区图层与新时期建筑物提取结果进行擦除分析,得到建筑物变化粗检测结果,再经过小图斑剔除后得到建筑物变化精检测结果<sup>[16]</sup>.结合缓冲区的建筑物变化检测流程见图 3.

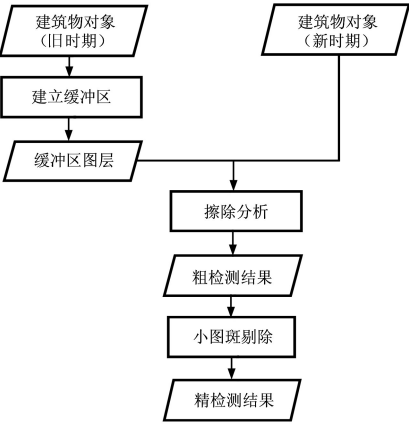


图 3 建筑物变化检测流程

结合缓冲区的建筑物变化检测的主要步骤为:①建立缓冲区. 根据待检测建筑物的最小面积设定缓冲区半径,对旧时期各建筑物提取结果建立多边形缓冲区,得到所有建筑物多边形缓冲区的并集;②擦除分析. 将新时期建筑物提取结果与旧时期建筑物缓冲区图层进行擦除分析,落入旧时期建筑物缓冲区范围内的建筑物可看作是没有变化的部分,而没有落入该缓冲区范围的建筑物则可看作是变化了的部分;③小图斑剔除. 根据待检测变化的建筑物面积设定最小面积阈值,去除擦除分析过程中形成的建筑物变化检测残余小图斑,例如当只需要检测面积大于  $100\text{ m}^2$  的新增建

筑物时则设置面积阈值为  $100\text{ m}^2$ .

3 实验结果

为检验本文方法的有效性和适用性,选择了两幅有代表性的遥感影像进行基于 MBI 组合特征的建筑物信息提取实验和基于 GIS 缓冲区的建筑物变化信息检测实验.

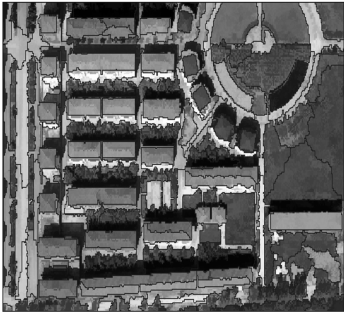
3.1 基于 MBI 特征的建筑物信息提取实验

实验数据为  $0.2\text{ m}$  分辨率的航空遥感影像,大部分建筑物亮度值较高,存在明显的建筑物阴影. 建筑物屋顶存在大量太阳能热水器板,也有少量易与阴影相混淆的低亮度建筑物,给建筑物信息的提取带来了困难.

3.1.1 改进的分水岭影像分割实验 为对比分割效果,本文分别采用改进的分水岭分割算法和多尺度分割算法对实验影像进行分割处理. 其中:改进的分水岭分割算法在设置最优分割概率参数为 47、最优合并概率参数为 67 时,取得最优分割效果,见图 4(a);多尺度分割算法在设置影像波段权重比为  $1:1:1$ 、尺度为 30、形状权重为 0.6、紧致度权重为 0.3 时,取得最优的分割结果,见图 4(b). 对比可知,改进的分水岭分割算法的过分割现象明显少于多尺度分割算法.



(a)改进的分水岭分割结果



(b)多尺度分割结果

图 4 改进的分水岭分割与多尺度分割结果比较

3.1.2 基于 MBI 特征的 SVM 提取实验 为检验建筑物提取效果,本文将结合 MBI 的多特征 SVM 提取方法分别与仅 MBI 特征和仅多特征的 SVM 提取方法进行比较实验. 实验结果显示:采用仅基于 MBI 特征和仅基于多特征的 SVM 提取方法时,均存在误提非建筑物现象,见图 5(a)和图 5(c)中黑色椭圆标记;而采用结合 MBI 的多特征 SVM 提取方法时,能得到完整的建筑物提

取效果,如图 5(b)和图 5(d)所示.

3.2 基于 GIS 缓冲区的建筑物变化检测实验

为检验采用 GIS 缓冲区检测建筑物变化信息的方法的有效性,本文分别选择两幅不同区域、不同时期的影像数据进行实验.

试验数据 1 中待检测变化建筑物最小面积为  $100\text{ m}^2$ ,则其剔除小图斑面积阈值设为  $100\text{ m}^2$ ,经试验比较,GIS 缓冲区半径为  $3\text{ m}$  时变化检测

效果最佳,结果如图 6(c),而不建缓冲区的结果则如图 6(d)所示。试验数据 2 中待检测变化的建筑物最小面积为 20 m<sup>2</sup>,则其剔除小图斑面积阈值设为 20 m<sup>2</sup>,经试验比较,GIS 缓冲区半径为 1 m 时变化检测效果最佳,结果如图 7(c),而不建缓冲区的结果则如图 7(d)所示。

从图 6、图 7 中数据 1 和数据 2 的建筑物变化信息检测对比实验可以看出,不建缓冲区时的变化检测结果中存在着大量误检测,而建缓冲区的结果中可以很好地过滤掉这些误检测。

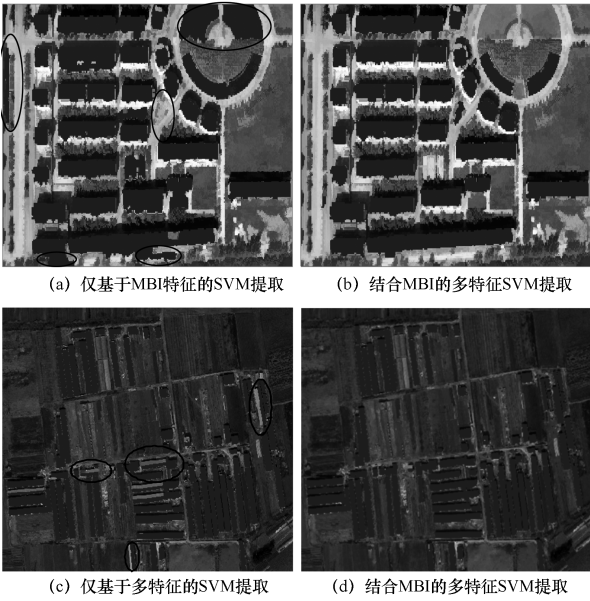


图 5 仅基于 MBI 特征和仅基于多特征的 SVM 提取结果

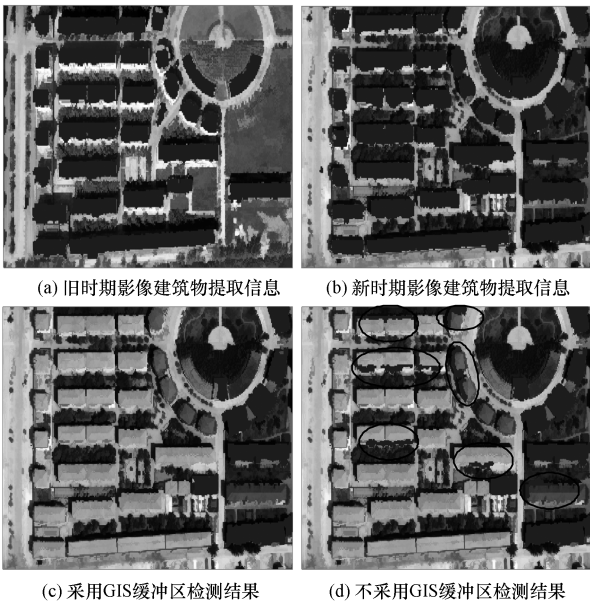


图 6 基于 GIS 缓冲区的建筑物变化信息检测实验 (数据 1)

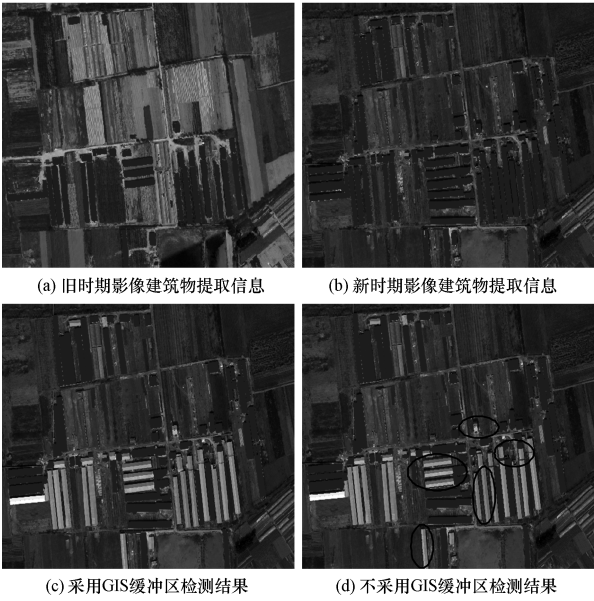


图 7 基于 GIS 缓冲区的建筑物变化信息检测实验 (数据 2)

4 结束语

本文在采用改进的分水岭算法对影像进行分割的基础上,引入形态学建筑物指数 MBI 并与其他特征相结合,采用支持向量机方法进行提取建筑物信息。通过分别与仅基于 MBI 特征和仅基于多特征的提取结果进行对比证明,本文方法不仅能有效克服处理低亮度建筑物时的不足,而且能得到较好的提取效果。建立 GIS 缓冲区的建筑物变化信息检测结果表明,采用基于 GIS 缓冲区的检测方法可以有效滤掉误检测信息,改善由配准误差、提取误差和建筑物位移现象所导致的误检测问题,因而可有效提高建筑物变化信息检测的准确度。

参考文献:

[1] 段静辉. 高分辨率卫星图像中建筑物提取及变化检测研究[D]. 北京:中国科学院自动化研究所,2007.  
[2] 谭衢霖. 高分辨率多光谱影像城区建筑物提取研究[J]. 测绘学报,2010,39(6):618-623.  
[3] 季顺平,袁修孝. 一种基于阴影检测的建筑物变化检测方法[J]. 遥感学报,2007,11(3):323-329.  
[4] 袁修孝,宋妍. 一种运用纹理和光谱特征消除投影差影响的建筑物变化检测方法[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2007,32(6):489-493.  
[5] Tian J, Chaabouni-Chouayakh H, Reinartz P. 3D building change detection from high resolution spaceborne stereoimagery[C]//International Workshop on Multi-platform/multi-platform/multi-sensor re-

mote sensing & mapping, Piscataway, NJ:IEEE, 2011:1-7.

[6] 邵振峰,陶峰. 一种基于多特征融合的面向对象的建筑物变化检测方法:中国,CN201510187939.9[P]. 2015-07-01.

[7] Beumier C, Idrissa M. Building change detection by histogram classification[C]// International conference on signal-image technology & internet-based systems, Piscataway, NJ:IEEE, 2011:409-415.

[8] 吕钊,康志忠. 利用地面激光扫描数据进行建筑物变化检测[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2011,36(11):1284-1289.

[9] 汪承义,孔赞珑,陈静波. 一种多时相激光雷达数据建筑物变化检测方法[C]//第十三届中国体视学与图像分析学术会议论文集. 太原:中国体视学学会, 2013:319-324.

[10] 巩翼龙,闫利. 结合机载 LIDAR 数据和航空可见光影像多层次规则分类建筑物变化检测[J]. 光谱学与光谱分析,2015,35(5):1325-1330.

[11] 彭代峰,张永军,熊小东. 结合 LIDAR 点云和航空影像的建筑物三维变化检测[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2015,40(4):462-468.

[12] Huang X, Zhang L. A multidirectional and multi-scale morphological index for automatic building extraction from multispectral geoeye-1 imagery [J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2011,77(7):721-732.

[13] 胡荣明,黄小兵,黄远程. 增强形态学建筑物指数应用于高分辨率遥感影像中建筑物提取[J]. 测绘学报,2014,43(5):514-520.

[14] 任晓娟,肖双九,彭小朋. 基于改进分水岭变换的遥感图像建筑物提取[J]. 计算机应用与软件, 2011,28(12):249-252.

[15] 张峰. 基于 SVM 的多源遥感影像面向对象建筑物提取方法[J]. 国土资源遥感,2008(2):27-29.

[16] 秦昆. GIS 空间分析理论与方法[M]. 武汉:武汉大学出版社,2010:125-131.

.....  
(上接第 70 页)

3 结论

本文运用 ABAQUS 软件对湿式多片离合器的摩擦副进行了热-结构耦合分析,结果显示:摩擦片的最高温度为 136.3℃,最大热应力为 158 MPa,最大热应变为 0.002 5 mm;对偶钢片的最高温度为 135.2℃,最大热应力为 164.5 MPa,最大热应变为 0.001 mm. 由于温度较高部位易出现热失效,热应变大的部位易产生热变形,因此可直观地分析出摩擦副热失效和热变形的原因. 本文结果可为摩擦副的优化设计提供参考.

由于实验设备的限制,本文仅进行了仿真研究而未进行现场实验,故仿真结果可能存在一定的误差,今后将通过现场试验来改进本文仿真模型,以期得出更加准确的分析结果.

参考文献:

[1] 杨勇强,李小莹,曹博涛,等. 湿式摩擦离合器摩擦片的热力耦合分析[J]. 机械传动,2016,40(1):153-156.

[2] 杨亚联,张喀,秦大同. 湿式多片离合器热机耦合温度场及应力场分析[J]. 中国机械工程,2014,25(20):2740-2744.

[3] 杨为,陈国栋,吕和生,等. 湿式多片摩擦离合器对偶钢片热-机耦合分析[J]. 重庆大学学报,2011,34(9):26-32.

[4] 霍晓强,刘安. 湿式换挡离合器摩擦副瞬态温度场的仿真研究[J]. 工程机械,2006,37(3):23-27.

[5] 白玉江,李长虹,赵先锋. 分离式离合器摩擦副有限元热分析研究[J]. 现代制造工艺装备,2015(2):5-8.

[6] 杨亚联,丁建林,秦大同. 湿式多片离合器摩擦副温度仿真分析[J]. 四川兵工学报,2011,32(7):105-108.