

Remote Sensing Image Change Detection Optimization Based on Extracting Stable Features^{*}

LI Ke, QIU Bingcheng^{*}

(Guangdong Open University Computer Department, Guangzhou 510091, China)

Abstract: In order to reduce the false spot detection, a method based on extracting stable features for remote sensing image change detection is proposed. Multi-scale fusion was used to detect the change of remote sensing image, then the stable feature points were extracted from the two images by SURF algorithm. Finally, the two detection results were overlapped to eliminate the image spots where the stable feature points were located, so as to improve the accuracy of the change results of remote sensing image. The experimental results proved the feasibility of extracting stable feature points, and showed that the introduction of stable feature points can reduce the false detection rate of remote sensing image change detection results, improve the detection accuracy, and optimize the remote sensing image change detection results.

Key words: stable feature; multi-scale segmentation; SURF; remote sensing

EEACC: 6210J

doi: 10.3969/j.issn.1005-9490.2019.05.029

基于提取稳定特征的遥感影像变化检测优化^{*}

李 可, 邱炳城^{*}

(广东开放大学计算机系, 广州 510091)

摘 要: 为了达到减少误检图斑的目的, 提出了一种基于提取稳定特征的遥感影像变化检测优化的方法。首先通过多尺度融合进行遥感变化检测, 然后通过 SURF 算法对两次影像的检测结果进行融合提取稳定特征点, 最后将两个检测结果进行重叠剔除稳定特征点, 从而提高遥感影像变化结果的精确度。实验结果证明了提取稳定特征点的可行性, 且表明稳定特征点的引入可以降低遥感影像变化检测结果的误检率, 提高检测的正确率, 并优化遥感影像变化检测结果。

关键词: 稳定特征; 多尺度分割; SURF; 遥感

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1005-9490(2019)05-1225-04

遥感是对目标定量描述的一种方法, 其通过对目标进行探测获得信息, 然后对信息进行深度加工处理实现, 具有覆盖面积大、获得周期短等优点^[1-8]。变化检测是指通过对同一目标不同时期观察到的图像或其他信息分析该目标的变化。目前, 遥感影像变化检测的模型和方法主要包括面向对象影像的变化检测、面向对象特征的变化检测以及面向对象的遥感变化检测^[9-10]。传统的变化检测方法主要是面向对象影像的变化检测, 这种方法利用了对对象影像的空间特征和纹理特征, 较为符合人们对对象影像的观察过程, 但是存在像素不高、信息不全的问题。这种方法产生的“椒盐”现象会影响信息的获取从而限制了这种方法的应用^[11-14]。

为了弥补传统方法的不足, 面向对象的检测方法被引入遥感检测研究中。这种方法主要通过观察在不同时间下对象单元的变化获取对象的变化信息, 充分采用了检测对象的光谱、纹理、形状等信息以弥补传统的面向对象影像“只见局部, 不见整体”的缺陷, 很大程度上提高了观察的精度^[15]。然而由于目前对象分割方法缺乏理论模型的支撑, 导致只能采用多次试验的方法分割检测对象, 根据目视来确定适合的分割尺度, 这种分割方法不仅会导致分割结果不一致, 还会导致生成一些伪变化区域, 从而直接影响检测对象的精度^[16]。

针对上述两种方法存在的问题, 本文对提高对象遥感检测变化的精度进行了研究和探索。首先利

项目来源: 2017年广东省创新强校工程项目(LGCQ03-09); 广东开放大学2019年度“创新强校工程”建设项目(2019KDCQ04-02)部分研究成果

收稿日期: 2018-10-15

修改日期: 2019-01-12

用多尺度变化进行矢量分析,通过对不同地形特性进行分析,得到初步变化检测结果;然后通过对前后两次影像进行分析提取稳定特征并匹配,将匹配点对和初步变化检测结果进行叠合分析,若图斑内有匹配点对出现,则认为该图斑是未变化图斑,将其从变化检测结果中删除,以此降低误检率。

1 结合稳定特征的误检图斑剔除方法

在面向特征的遥感影像变化检测的技术中,其首要任务是提取图像的稳定特征。图像的稳定特征体现在图像的局部具有平移、旋转、光照、尺度以及视角变换的固定性,这在提高遥感影像的图像匹配、识别和配准等方面有较好的作用。其中,加速稳健特征 SURF (Speed-Up Robust Features) 算法作为一种特征提取算法,在计算速度中有明显的优势,并且在重复度、特征性以及鲁棒性^[17-18]三方面均超过了以往的特征提取算法。

目前,SURF 算法在基于影像特征的匹配方法中的应用较为成熟,为了提高遥感图像的检测精度,本文将 SURF 算法用于剔除目标对象检测过程中产生的误匹配点,即首先通过对比同一目标不同时期的影像找出目标对象未发生变化的图斑,再利用 SURF 算法提取目标影像的稳定特征点,并将其稳定和提纯,从而得到目标影像的稳定特征点;之后将通过该方法得到的稳定特征点与通过多尺度遥感影像变化检测得到的像斑进行融合,并将有稳定特征点的像斑定义为稳定像斑,将其剔除,从而降低误检率。

1.1 多尺度遥感影像变化检测方法

本文采用多尺度融合进行遥感影像变化检测。在进行检测之前首先使用直方图匹配法对检测对象进行相对辐射校正,然后根据检测对象的光谱、形状、纹理等特征进行多尺度分割。影像分割后,使影像的边界与目标对象的真实边界吻合的最好,即形成最优分割尺度,从而消除“椒盐”现象;最后,选取适当的检测方法得出变化区域的信息,生成能量化表达检测对象的变化强度图,并选用 OTSU 阈值算法(大津阈值分割法)进行分析,将不同尺度下的检测结果进行模糊融合,从而得出面向对象的检测结果。本实验中采用的软件为基于面向对象方法的 eCognition 软件,并以面向对象的影像为基本单元进行分析处理。

为了更好地对检测变化结果进行综合分析,在本实验中将 4 个尺度上的变化强度进行 OTSU 阈值分割^[19],根据其是否发生了变化列出相应的检测结果,并将检测结果根据决策二叉树进行融合,其像斑被定义为 5 类,结果如图 1 所示。

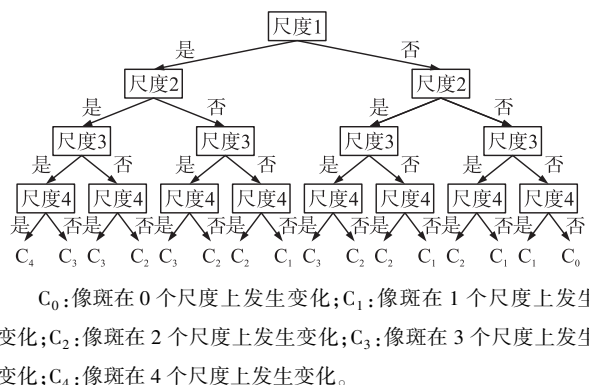


图 1 决策二叉树及决策融合定义

1.2 SURF 特征点提取算法

SURF 算法在基于尺度不变特征转换 (Scale-Invariant Feature Transform, SIFT) 算法的基础上进行了改进, SIFT 算法中的部分计算被 SURF 算法采用积分图像代替, 极值点采用矩阵计算, 因此 SURF 算法可以在很大程度上提高提取特征点的速率。

SURF 提取稳定特征点主要包括以下几个步骤:

- (1) 构建尺度空间;
- (2) 极值点检测与精确定位;
- (3) 确定特征点的主方向;
- (4) 生成特征描述子;
- (5) 特征点匹配。

通过上述步骤可以得出每个特征点的位置、尺度、主方向以及独特的描述子等信息, 为后续提高特征点匹配的正确率奠定了基础。

1.3 基于多尺度遥感影像变化检测的剔除误检图斑的方法

基于上述分析, 为了降低目标影像的误检率, 本文结合了多尺度分割区域和 SURF 特征点, 以降低遥感影像变化检测过程中的误检率。以图 2 为例, 图 2(a) 为通过多尺度进行分析得到的最优分割尺度, 图 2(b) 为基于 SURF 算法得到的稳定特征点。

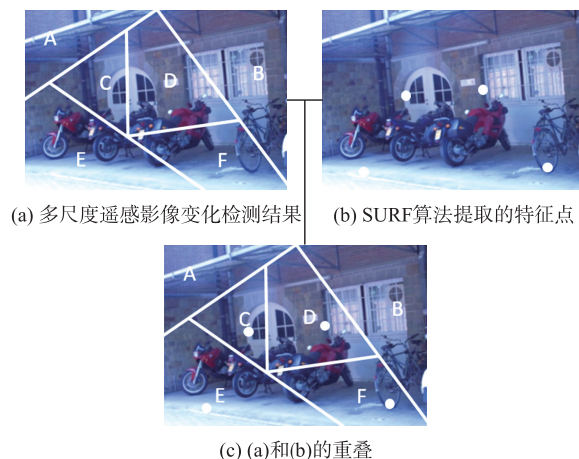


图 2 重叠分析示意图

将两种方法得到的影像进行融合,可以看出4个特征稳定点恰好分布在4个不同的尺度内,故将这4个像斑定义为稳定像斑,将其剔除,则最终遥感影像变化结果为A,B两个区域。

2 试验结果与分析

2.1 试验数据

为了验证本文提出的方法,采用两个时期的遥感影像进行实验分析。实验的目标对象位于广州市某区域,影像分辨率较高。



图3 试验数据集

2.2 变化检测实验

采用 eCognition 软件对目标影像进行多尺度分割,并优化分割尺度以达到分割边界清晰且分割对象完整。根据以上原则,本文根据影像内的水田、建筑物、绿地、道路以及裸地的物相选用了4个尺度,分别为45、80、120及160,之后对光谱和纹理进行分析并通过矢量计算构造4个尺度之间的影像差异,并把在4个尺度上均未发生变化的 C_0 和只在一个尺度上发生变化的 C_1 两种像斑定义为未变化像斑,其余3种情况均为变化像斑。

利用 SURF 算法对两期的影像进行特征点提取,把两次特征点匹配融合,确定目标对象的稳定特征点。

把稳定特征点与多尺度获得的遥感影像检测结果融合,将稳定特征点落入的像斑区域定义为未变化像斑,其余为变化像斑,然后剔除检测结果内未变化像斑,即可得到遥感影像的最终变化检测结果。

如图4所示,实线斑点为两次影像匹配得到的特征稳定点,图(b)虚线斑点为多尺度融合匹配得到的遥感影像检测结果,融合两种检测结果得到图(c)虚线中灰色的检测结果。从图中可以看出,通过多尺度融合的变化检测斑点较多,视觉较为密集,不能明显地观察到变化结果;通过剔除特征稳定点后的影像检测图斑较为清晰,变化图斑相比之前较少,有较好的观察效果。但是可以看出也有部分

变化图斑被剔除,部分变化没有被检测到。

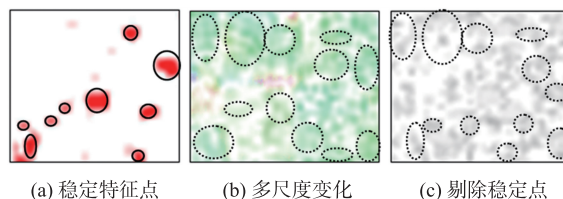


图4 两种方法的变化检测结果

为了进一步研究特征稳定点和多尺度融合变化检测的关系,将3个图斑进行融合,把特征匹配点置于土层的上层,多尺度融合变化检测的结果置于底层。可以看出特征稳定点都落入了多尺度变化检测的像斑内,这证明了稳定像斑可以和多尺度变化检测的结果相融合,从而达到剔除特征稳定点的目的。



图5 稳定特征匹配点对和多尺度融合变化检测结果的叠合显示

2.3 变化检测结果精度评定

将本文基于多尺度遥感影像变化检测剔除稳定特征点的检测结果进行定量分析,并将该方法与多尺度融合获得的遥感影像变化检测结果进行对比,变化检测精度结果如图6所示。

从图6可以看出本文所提出的结合稳定特征的遥感影像变化检测方法总体上优于多尺度融合变化检测结果,其中:

(1)结合稳定特征的遥感影像变化检测的漏检率、误检率和正确率分别达到17.860%、15.989%和83.754%,其漏检率与传统多尺度融合变化检测基

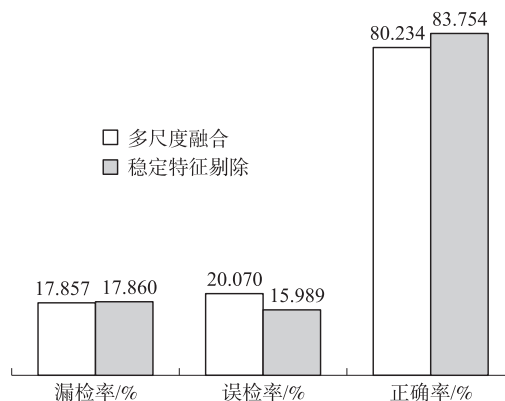


图6 变化检测精度评价

本持平,但其误检率低、正确率高,在很大程度上提高了遥感变化检测的精度。

(2)本文提出的方法是在 4 个尺度上进行简单的像素融合,将未发生尺度变化和发生一个尺度变化的影像视为未变化像斑,并剔除有稳定特征点的像斑,这种方法相对于多尺度融合的变化检测结果是剔除了部分已变化的区域,造成漏检率有了一部分的提高,但相对于误检率的降低和正确率的提高来说,漏检率可以忽略不计。

(3)本文中选取的目标对象较为平整,然而在实际应用中大部分目标对象各不相同,因而基于多尺度变化检测的稳定特征点剔除的变化检测方法多尺度变化检测有着密切的关系,故而结果不可避免的存在“椒盐”噪声,造成多尺度区域分割较为破碎,这会影响后期的检测结果。

3 结语

本文在多尺度分割遥感变化检测的基础上提出了结合稳定特征的遥感影像变化检测的优化方法,这为提高变化检测的精度提供了有效的途经。与常规多尺度融合遥感影像变化检测方法相比,本文提出的方法有提高整体精度的优点,研究证明了这种方法的可行性,然而在试验过程中仍然存在以下不足:

(1)本文在研究过程中提取的地理信息较为单一,提取的稳定特征点也较少,故而在多尺度融合后的矢量计算方面仍然存在缺陷。因此,应当多选取不同的研究区域,具体情况具体对待,使得矢量计算更加合理,从而提高提取稳定特征点的合理性,进而降低误检率,提高正确率。

(2)本文在研究过程中只能检测到像斑变化的位置,并不能识别变化区域为何种变化,因此还需要进一步完善,提高这种方法的适用性。

参考文献:

- [1] 王新华,黄玮,欧阳继红. 多探测器拼接成像系统实时图像配准[J]. 中国光学,2015,8(2):211-219.
- [2] 许佳佳. 结合 Harris 与 SIFT 算子的图像快速配准算法[J]. 中国光学,2015,8(4):574-581.
- [3] 聂海涛,龙科慧,马军,等. 采用改进尺度不变特征变换在多变背景下实现快速目标识别[J]. 光学精密工程,2015,23(8):2349-2356.
- [4] 于信芳,罗一英,庄大方,等. 土地覆盖变化检测方法比较——以内蒙古草原区为例[J]. 生态学报,2014,34(24):7192-7201.
- [5] 夏朝旭,何政伟,于欢,等. 面向对象的土地覆被变化检测研究[J]. 遥感技术与应用,2014,29(1):106-113.
- [6] 张聪. 基于城市遥感动态监测的研究探讨[J]. 国土资源,2015(3):56-57.
- [7] 郑卓,方芳,刘袁缘,等. 高分辨率遥感影像场景的多尺度神经网络分类法[J]. 测绘学报,2018,47(5):67-77.
- [8] 方精云,于贵瑞,任小波,等. 中国陆地生态系统固碳效应——中国科学院战略性先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”之生态系统固碳任务群研究进展[J]. 中国科学院院刊,2015,30(6):848-857,875.
- [9] Cohen W B, Maier-sperger T K, Turner D P, et al. MODIS Land Cover and LAI Collection 4 Product Quality Across Nine Sites in the Western Hemisphere[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,2006,7(7):1843-1857.
- [10] David P Turner, William D Ritts, Warren B Cohen, et al. Scaling Gross Primary Production (GPP) over Boreal and Deciduous Forest Landscapes in Support of MODIS GPP Product Validation[J]. Remote Sensing of Environment: An Interdisciplinary Journal,2003,3(3):256-270.
- [11] 李新,马明国,王建,等. 黑河流域遥感—地面观测同步试验:科学目标与试验方案[J]. 地球科学进展,2008(9):897-914.
- [12] Li Xin, Cheng Guodong, Liu Shaomin, et al. Heihe Watershed Allied Telemetry Experimental Research (HiWATER) Scientific Objectives and Experimental Design[J]. Bulletin of the American Meteorological Society,2013,8(8):1145-1160.
- [13] 刘明烁,吴铁军. 一种基于关联规则的图像特征点匹配算法[J]. 传感技术学报,2009,22(12):1737-1741.
- [14] 陈小丹,杜宇人,高秀斌. 一种基于 SURF 的图像特征点快速匹配算法[J]. 扬州大学学报(自然科学版),2012,15(4):64-67.
- [15] 孙彬,边辉,王培忠. 基于势函数点分布调整的 SIFT 图像配准算法[J]. 国土资源遥感,2015,27(3):36-41.
- [16] 徐妍,王鹏辉,刘煜,等. 基于 MATLAB 的 SIFT 和 SURF 算法在无人机影像配准中的对比研究[J]. 矿山测量,2017,45(6):69-73.
- [17] 杨亮,贾益,江万寿,等. 基于观测角信息的 HJ-1 A/B 卫星光学影像几何精纠正[J]. 国土资源遥感,2018,30(2):41-45.
- [18] 张皖南,杨学志,董张玉. 一种改进的 SAR 与可见光图像的快速配准算法[J]. 图学学报,2018,39(2):78-89.
- [19] 邓书勤,巫玲,匡提娜,等. 一种快速高精度的汽车仪表盘图像配准算法[J]. 西南科技大学学报,2017,32(4):167-169.
- [20] 刘宇,崔建军,李雪. FREAK 和改进的 RANSAC 算法在影像匹配中的应用[J]. 北京测绘,2018,32(7):72-75.



李 可(1980-),女,广西柳州人,汉族,硕士,广东开放大学计算机系,讲师,专任教师,从事计算机应用系统开发、数字图像处理研究,snou40@163.com;



邱炳城(1963-),男,广东普宁人,汉族,硕士,副教授,广东开放大学,计算机系主任,广东省卫星应用协会理事,从事计算机应用技术和计算机教育改革研究。