

基于面向对象的多尺度分割技术在森林督查工作中的应用研究

陈强、黄光体、沈丽莉、余翔、万小力

湖北省林业调查规划院 湖北武汉 430079

摘要：森林督查是国家林业和草原局为深入贯彻落实党的十九大精神和习近平新时代中国特色社会主义思想，采用卫片执法的形式在全国开展的一项森林执法监督检查工作。本文旨在通过利用监督期内前后两期高分辨率遥感影像，采用面向对象的影像分析技术和多尺度影像分割技术，运用eCognition软件对督查范围内的林地进行变化检测，实现督查期内征占用林地、采伐迹地、建设用地的自动提取，并分析这种方法的精度和有效性，从而为全国森林督查工作的开展提供新思路。

关键字：林业遥感；变化监测；面向对象；多尺度分割；森林督查

一、引言

森林资源是国家重要的自然资源和战略资源，在维护国土生态安全中具有重要地位。当前，林地流失、森林破坏等涉林违法犯罪问题屡屡发生，森林资源保护管理的形势依然严峻复杂，特别是一些地方没有真正树立保护资源、保护生态的可持续发展理念，没有建立起有效的森林资源保护发展目标责任制，破坏森林资源问题屡屡发生、屡禁不绝，严重影响了生态文明建设成果。为深入贯彻落实党的十九大精神和习近平新时代中国特色社会主义思想，按照党的十九大报告提出的“要实行最严格的生态环境保护制度”和“坚决制止和惩处破坏生态环境行为”要求，国家林业和草原局决定自2018年开始在全国范围内开展使用遥感手段全覆盖的森林督查，建立覆盖全国、分级负责、上下联动、齐抓共管的常态化森林资源监管和执法机制。

目前，森林督查的总体工作思路是以全国林地“一张图”为基础，运用遥感等技术手段，采用人工判图的方式提取督查期内改变林地用途和采伐林木等林地变化图斑，然后通过核对档案资料、现地验证核实等方法，发现违法破坏森林资源问题并移交相关部门依法查处。但是，在实际工作中，采用人工判图的方式来提取督查期内林地变化图斑需要耗费大量人力和物力，而且费时、效率低，受人为影响较大，精度无法保证，如何在保证精度的前提下以较短的时间和较少的人力由计算机自动提取督查期内林地变化图斑，为各级政府、林业主管部门森林督查提供数据支撑服务，是一项非常重要的工作。

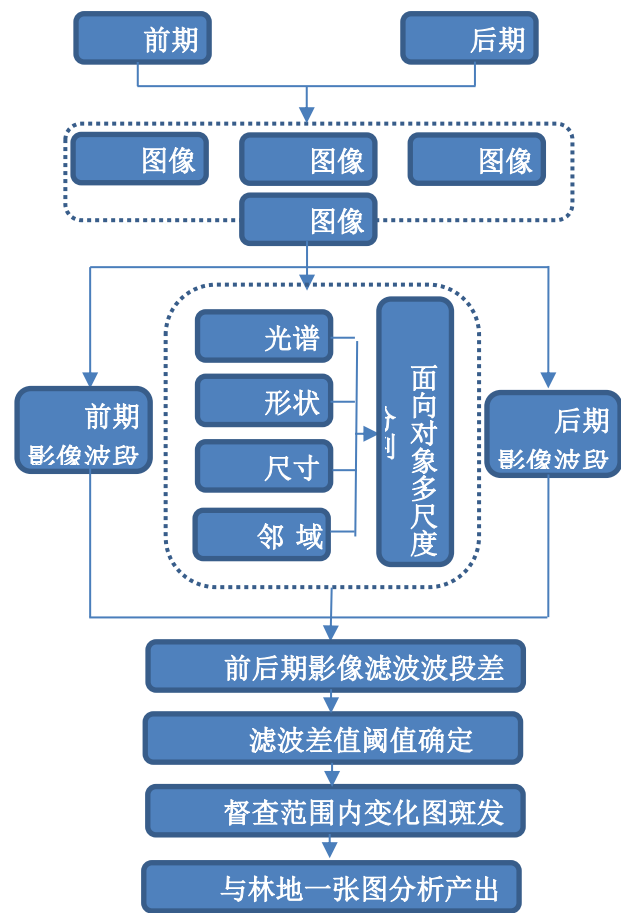
二、主要思路与关键技术

运用eCognition软件针对森林督查期内的前后期高分辨率遥感影像进行林地范围内征占用林地、采伐迹地、建设用地的自动提取的主要步骤为：1、采用基于影像分割对象进行变化检测的方式，首先通过前后期影像共同参与影像分割，形成有意义的图斑边界，影像分割的基本要求是要将发生变化的影像图斑分割出来，以便于之后的变化检测。2、然后以分割图斑作为变化检测的基元，研究如何选择合适的特征与阈值进行变化的发现。3、将自动提取的变化图斑与全国林地“一张图”的林地小班进行空间相交分析，产出督查区域范围内新增的征占用林地、采伐迹地、建设用地变化图斑。

1、技术流程

本研究主要包括督查前后期影像的预处理、面向对象影像多尺度分割、前后期影像波段滤波、变化图斑发现及提取、与全国林地“一张图”分析产出林地变化图斑、精度评价6项工作。整体技术流

程如下图所示



2、面向对象分类技术【1】

所谓面向对象分类技术，是指为避免基于像素纯粹的光谱信息分类的缺陷，利用高分辨率影像的形状、纹理、尺度、领域关系等丰富复合空间特征，通过定义多种特征并指定不同权重，建立优化分类模型，然后对影像进行分割，使影像分割成为接近客观世界的均质影像对象。传统的面向像素的分类模式是以独立的像素为分析对象，容易出现散点式的分类结果。“椒盐现象”比较突出，解译精度较低且斑点噪声难以消除，而利用对象的光谱特征和复合空间特征进行分类的面向对象的分类技术，可以有效地克服基于像素分类方法的缺陷，影像对象和单一像素相比，具有复合可见特征：颜色、大小、形状、均质性等。

3、多尺度分割技术【1】

多尺度影像分割技术是从任一个像元开始，采用自下而上的区域合并方法形成影像对象。小的对象可以经过若干次合并成大的均质影像对象。因此，多尺度影像分割可以理解为一个类似像元合并成为影像对象的逐步优化过程，而均质性则是由对象的光谱和形状确定的，形状的均质性则由其光滑度和紧凑度来衡量。显然，设定较大的分割尺度，则对应着较多的类似像元被合并，因而产生较大面积的对象，形成大尺度分割影像对象，再根据实际，在大尺度分割影像基础上设定较小的分割尺度，形成中小尺度的分割影像，结果形成影像对象层次网络，我们也形象地称大尺度分割影像为“父类”，中小尺度分割影像为“子类”，“父类”和“子类”存在属性继承关系。

三、研究方法

1、研究区域及数据源概况

老河口市位于湖北省西北部，汉江中游北岸。地理坐标东经 $110^{\circ} 30' - 112^{\circ} 00'$ ，北纬 $32^{\circ} 10' - 32^{\circ} 38'$ 。东北部与河南省邓州市接壤；北部与河南省淅川县相邻；东部、南部毗邻樊城区和襄州区；西北部连接丹江口市；西部和西南部以汉水为界与谷城县相望。

试验数据为 2016 年和 2017 年分别获取的相同地区的资源三号卫星的多光谱影像，包含蓝、绿、红、近红外 4 个波段，其空间分辨率为 5.8m，成像效果较好，无云。

2、影像预处理【3】

遥感图像预处理包括图像配准、校正、增强，主要为图像几何校正，运用 eardasimagine 或 ENVI 等影像处理软件的几何校正模块对图像进行几何校正，经重新选点检验，所有检查点误差均小于一个像元，选择西安 80 投影坐标系。

3、影像分割

本文运用 eCognition 软件的面向对象多尺度分割算法对试验区两期影像进行分割。多尺度分割算法的特点是通过计算影像内部像素之间的同质性进行分割，同质区域形成的对象较大，异质区域形成的对象较小，因此多尺度分割方法得到的对象轮廓接近地物边界。本文通过使用两期影像的多个波段同时参与影像分割，以得到符合两期地物分布的一致性分割轮廓，避免前后期影像分割轮廓不同而导致在变化检测时发生错位现象。

4、影像波段滤波【2】

由于森林督查对象主要为建设项目征占用林地、采伐迹地（皆伐），且该类地物在遥感影像上反射特征明显，尤其是林地征占后修建的建筑物以及水泥交通用地在蓝波段反射值较其他有植被覆盖或水体地物差异较为明显。为了增强蓝波段中征占用林地、采伐迹地、建设用地与其他地物的这种差异性，采用平均偏差绝对值滤波（abs mean deviation filter）方法对前期影像的蓝波段与后期影像的蓝波段分别进行滤波，生成相应的滤波波段“2016_AMD filter”与“2017_AMD filter”（如图 2 所示）。在两期蓝波段的滤波影像中征占用林地、采伐迹地、建设用地与其他地物对比差异明显，由于征占用林地、采伐迹地、建设用地在两期影像的蓝波段滤波波段中光谱值较高，而其它地物的相应值较低，由此形成的光谱差异就可以作为检测新增征占用林地、采伐迹地、建设用地的依据。

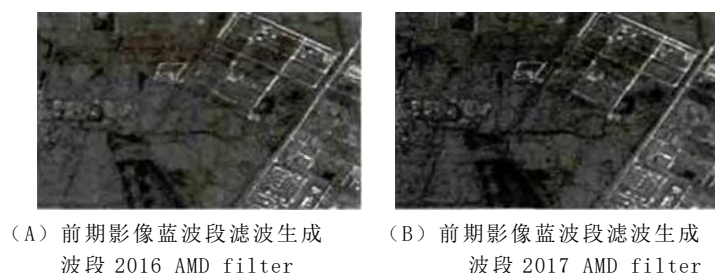


图 2

由于新增征占用林地、采伐迹地、建设用地在前期影像中为蓝波段反射值较弱的其他地物，而在后期影像中为蓝波段反射值较强的征占用林地、采伐迹地、建设用地，因此通过对前期影像滤波波段“16_MD filter”与后期影像滤波波段“17_AMD filter”作差值，得到“Diff.AMD filter”特征值（ $\text{Diff.AMD filter} = 17_AMD \text{ filter} - 16_AMD \text{ filter}$ ），利用该特征值进行分析与计算，进一步得到新增征占用林地、采伐迹地、建设用地的范围。

5、新增目标变化图斑检测

通过使用在前期基于两期影像得到的分割图斑作为处理和计算的基本单位,自动计算出 Diff.AMD filter 的对象特征值,不断更新阈值范围,寻找到变化图斑与未变化图斑在 Diff.AMD filter 特征的临界值,从而确定新增目标变化图斑在 Diff.AMD filter 特征的阈值范围为大于 7.9。找到 Diff.AMD filter 特征的阈值范围之后,使用阈值分类方法区分出新增目的变化图斑(如图 3 所示)。



图 3 使用 Diff.AMD filter 特征确定新增
占用林地、采伐迹地、建设用地的范围

6、与林地“一张图”分析产出成果

新增目的变化图斑中包含森林督查政区范围内所有新增的类建设用地地物,如原非建设用地(耕地、水域)变建设用地、原林地征占变建设用地(道路、房屋建筑等)、原林地采伐变采伐迹地等,根据森林督查的工作要求,只需要提取林地范围内发生变化,流转为建设用地、采伐迹地或建设用地的变化图斑,因此,可将新增目的变化图斑与林地“一张图”进行空间分析,产出成果。首先,利用 ArcGis 提取林地“一张图”中的林地(地类为乔木林、竹林、疏林地、灌木林、宜林地、无立木林地、未成林地、苗圃地、辅助生产用地,且林地管理类型为林业部门管理)小班,然后运用“相交”分析工具,将新增目的变化图斑与林地“一张图”中的林地小班进行分析产出新增征占用林地、采伐迹地、建设用地成果。

四、结果与精度评价

对提取出的新增征占用林地、采伐迹地、建设用地斑块面积进行统计,得到其自动检测斑块面积为 32755 像素。另外,为了检验本方法的效果,计算和评价精度,通过人工判读方式目视对比两期影像提取新增征占用林地、采伐迹地、建设用地,经计算人工判读方式新增征目标面积为 29190 像素,通过查看对比计算机自动检测结果与人工检测结果,得到正确检测图斑面积为 27651 像素,另外,错检图斑面积为 6927 像素,而漏检图斑为 2150 像素。在此基础上对自动检测结果对比人工目视检测结果进行正确率和误检率的计算,以定量评价检测结果。参考相关研究评价正确率的计算方法得到新增征占用林地、采伐迹地、建设用地正确率 M 的计算公式为

$$M = T / (T + F)$$

式中, T 为检测为正确图斑检测像元数; F 为地漏检图斑的像元数。

误检率 W 为误检像元数占检测结果中变化像元总数的比率,即

$$W = (S - T) / S$$

式中, S 为自动检测出的像元总数; T 为被正确图斑检测的像元数。

经计算得到正确率 M 为 92.8%, 误检率 W 为 18.5%。

此外, 通过查看与分析错检图斑与漏检图斑, 发现部分错检图斑多为前期已经发生变化的图斑, 但由于影像特征, 如颜色、纹理不是特别明显, 导致影像上滤波结果不显著, 因此, 出现错误检测。相对于错检图斑部分的 6927 像素, 漏检图斑部分的面积相对小一些, 只有 2150 像素, 漏检的主要原因在于漏检部分的新增采伐迹地存在植被覆盖, 与周围地物的差异不太明显, 导致此部分地物在影像上滤波结果不显著, 因而未被检测出来。

四、结论与讨论

本研究基于两期资源三号影像进行新增征占用林地、采伐迹地、建设用地的自动提取。与以往采用人工方式基于像素直接比对和分别分类后比对的变化检测方法不同, 本研究通过利用两期影像参与影像分割, 形成有意义的分割图斑作为变化检测的基元, 在此基础上使用两期影像分别生成对征占用林地、采伐迹地等检测效果较好的滤波波段, 通过计算两期滤波波段的差值, 寻找差值的临界阈值发现变化区域, 发现新增目的变化图斑。

通过对自动检测的新增征占用林地、采伐迹地和建设用地与实际目视解译结果进行比对和精度验证, 得到采用本方法利用计算机自动检测新增征占用林地、采伐迹地和建设用地的正确率为 92.8%, 误检率为 18.5%。比对结果说明总体上本研究方法适用于森林督查工作, 虽然存在错检和漏检, 但是比例较低, 对总体工作影响不大。

参考文献:

- 【1】赵宇鸾, 林爱文. 基于面向对象和多尺度影像分割技术的城市用地分类研究【J】. 国土资源科技管理, 2008, 25 (5): 90-94
- 【2】蒲智, 刘萍等. 面向对象技术在城市绿地信息提取中的应用【J】. 福建林业科技, 2006, 33 (1): 40-44
- 【3】程燕, 岳彩荣. 面向对象遥感图像森林分类研究进展【J】. 林业调查规划, 2012. 37 (4) 19-23