

ArcGIS 的影像相减法在景观变迁中的应用综述

朱南燕, 曾 真, 李霄鹤, 兰思仁*

(福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

摘 要:影像相减法是一种通过明晰同一地点前后图像的动态变化、解读宏观资源变迁的一种图像处理方法,在土地、农业、医学、天文、监控系统等多领域均有广泛的应用,对于城市景观变迁及土地利用变更研究都具有重要意义。拟通过梳理国内外影像相减法研究现状,介绍影像相减法的运算模式和应用方法,探讨减少人为的主观判断与偏差的因素,分析影响图像精度的原因与解决措施,从而为城市景观变迁研究提供参考。

关键词: ArcGIS; 影像相减法; 景观变迁; 应用

中图分类号: P237

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2018)02-0084-05

Summary of Application Research of Image Subtraction on Landscape Change Based on ArcGIS

ZHU Nan-yan, ZENG Zhen, LI Xiao-he, LAN Si-ren*

(Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Image subtraction is an image processing method which could detect a dynamic change of image before and after in the same location, to interpret macroscopic resource change. This has been utilized in many fields such as land, agriculture, medicine, astronomy, and monitoring system, and is of great significance for city landscape change and land-use change research. This study is aiming to analyze the current situation of the research on image subtraction at home and abroad, introduce the operation mode and application method of image subtraction, discuss the factors that reduce the subjective judgment and deviation of human, and investigate the causes and solutions that affect the accuracy of images, ultimately providing references for the study of urban landscape changes.

Key words: ArcGIS; image subtraction; landscape change; application

ArcGIS 是美国环境系统研究所公司 (Environmental Systems Research Institute, Inc, 简称 ESRI 公司) 所开发的一套整合性的应用软件, 通过各种形式地理信息的有效摄取、储存、更新、处理、分析及展示, 从而解析地理信息的变化过程与其它参数^[1]。利用 ArcGIS 分析卫星影像和航拍影像等数据具有空间分辨率高、数据采集实时性强、成本低等优点, 在地理学、测量学、制图学、遥感探测等与空间数据相关的学科用途广泛^[2], 是城市景观变化监测的良好工具^[3], 亦在城市发展、农业资源变迁、城市景观变迁等方面具有

收稿日期: 2018-03-16

基金项目: 福建省社会科学规划项目 (FJ2016C080); 福建农林大学科技发展项目 (CXZX2016267、CXZX2017466、CXZX2017604)

作者简介: 朱南燕 (1993—), 女, 江苏扬州人, 硕士研究生, 主要从事风景园林规划与设计方面的研究。

通信作者: 兰思仁 (1963—), 男, 福建上杭人, 教授, 主要从事风景园林历史与理论方面的研究。

重要的应用价值^[4-6]。

研究宏观的区域景观变迁最有效的方法,就是藉由周期性的航空、遥测摄影进行定时监测,对同一区域不同年份遥测图像进行比对。简甫任^[7]将知识库的逻辑推断机制与专家的知识 and 经验相结合,快速侦测都市区域的环境变迁,辅助都市区域的环境规划。李瑞阳和陈坤钰^[8]使用多分辨率分割法处理图像,使用分类后比较法研究 1999—2007 年间台中市清静地区的景观变迁情况。关于利用卫星影像进行景观变迁已有相当多的研究,也发展出了许多变迁侦测模式,主要方法有两种:一种是像元式变迁侦测法,包括影像相减法、分类后比较法等;另一种是区块式变迁侦测法,如对象分割变迁侦测法、主轴转换分析法等^[9]。影像相减法是普遍的一种图像处理方法。影像相减是一个非常实用的基本影像运算模式,能够清晰地显示前后图像的动态变化。目前影像相减法在医学、天文学、实时监控等领域应用广泛^[10-12],但在景观领域仍以单个案例应用为主,对于其整体情况及应用方法的论述较少。李瑞阳和林士强^[3]将 1994 年、1999 年和 2004 年的遥感影像转化为常态化差异植生指标(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI),使用影像相减法比对分析垦丁国家公园土地覆盖变迁。陈添水等^[13]将 SPOT 卫星影像转换为像元灰度图,使用影像相减法处理影像萃取崩塌地,配合 DEM 萃取坡度获得崩塌量体。

本文旨在梳理国内外影像相减法研究现状的基础上,介绍影像相减法的运算模式和应用方法,为研究区域景观变迁提供操作简便、容易学习的方案,并且分析影响图像精度的原因与措施,尽量减少人为的主观判断与偏差,为区域景观变迁研究提供参考。

1 影像相减法的含义

影像相减法(Image Subtraction)是在两幅图像之间对应的像素做减法运算,可以检测出两幅图像的差异信息^[14]。在区域景观变迁的研究中,2010 年 Lin C Y 等^[15]利用两时期影像像元灰度值相减得到变迁图,以了解台中市地震后的植被恢复和景观变迁情形,其原理简单且操作简便。

影像相减的运算需要两幅图像作为输入,设时间 1 的图像为 $f_1(x, y)$,时间 2 的图像为 $f_2(x, y)$,将第二个图像的像素值减去第一个图像的像素值,输出产生第三个图像,其公式为:

$$g(x, y) = f_2(x, y) - f_1(x, y)^{[16]}$$

影像相减法的基本运算模式如图 1 所示。

2 影像相减法的分析步骤

2.1 选取合适的影像来源

GIS 的影像来源非常广泛,不同的数据提供了不同形式的信息,不同的信息在输入计算机和计算机处理过程中的方法也不相同。图像信息可以通过直接或间接来源获得,数据也分为向量数据与栅格数据两种类型,即直接的栅格数据源(卫星遥感、航空拍摄图等)、间接的栅格数据源(可以通过扫描已有的高精度纸质地图、依据等高线地形图提取的数字像元高程模型等)、直接的向量数据(GPS 测量、工程测量等得到的数据)和间接的向量数据(纸质地图扫描向量化的资料等)。

2.2 图像处理方法

2.2.1 几何校正 遥感成像会受多种因素的综合影响,如遥感平台位置、运动状态,以及原始图像上地物的几何位置、形状、大小、尺寸、方位等。地球表面曲率等因素会造成图像在几何位置上发生变化,即存在几何畸变,需要选用合理的方法进行校正。几何校正是指消除或改正遥感影像几何误差的过程,目前主要有 3 种方案,即系统校正、利用控制点校正以及混合校正。最常用的几何校正的一种处理方法是多项式法(图 2),通过若干控制点,建立不同图像间的多项式空间变换和像元差值运算,实现遥感图像与实际地理图像间的配准。也可以采用以不同正射投影地图为标准图,对非正射投影图像进行几何校正^[17]。

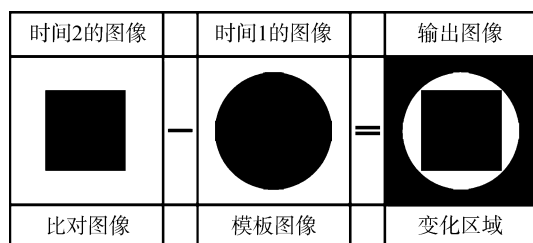


图1 影像相减示意图

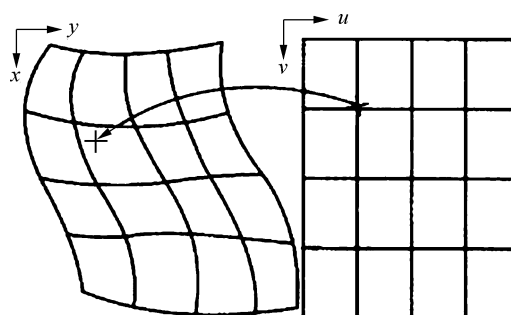


图2 影像几何校正示意图

2.2.2 辐射校正 卫星传感器获得的地物光谱数据受到传感器响应特性、太阳辐射情况、大气传输情况(吸收与散射)、以及方位角等多种因素的影响,产生辐射误差,因此需要对遥感图像进行大气辐射校正,以消除图像数据中依附在辐射亮度中的各种失真的过程和不同时期遥感图像之间的差异^[18]。遥感图像辐射校正的方法主要有绝对辐射校正和相对辐射校正两种^[19],绝对辐射校正方法需要利用地物反射率、大气能见度、太阳天顶角等一系列参数进行校正,对于历史图像参数的获取来说,这些参数的获取复杂且困难^[20];而相对辐射校正主要是利用图像像元灰度值,建立多时相遥感图像各个波段之间的校正返程,对遥感图像进行归一化处理^[21],相对而言获取信息比较容易。

目前遥感图像辐射误差产生的原因有多种,因而可采用的校正方法也有多种,如地面实况数据法、波段对比法(回归分析法、直方图法)等,普遍使用的相对辐射校正方法是直方图匹配法(Histogram Matching, HM),以时期 A 的图像作为参考图像,即主图像,将 B 时期的图像(即从图像)作直方图均衡化,再与主图像作直方图匹配^[22]。

2.2.3 影像相减 不同时期的遥感图像进行几何校正与辐射校正后,将两时期的图像进行影像相减,即可得到需要的参数。相减后的值域分布为 $-255 \sim +255$,理论上未发生变迁区域的值将接近于 0,而变迁较大的区域,则显示较大的正值或负值^[13]。

2.2.4 门槛值的确定 在进行影像相减运算之后,需要给定一门坎值,来决定两张影像之间差异要达到何种程度才算是有变迁产生。门坎值的设定没有一定的标准存在,一般以经验法则为主,依靠不断的尝试确定门坎值。如李瑞阳和林士强^[3]将已知的变更后壁湖游艇港,作为门坎值来设定变迁比较基准点,确定 1994—1999 年影像相减图的门坎值,从而分析沿海地区植被变迁情况。

3 影像相减法分析中信度与效度的实现

3.1 信度与效度的评价方法

变迁侦测的主要流程分为两个阶段:变迁/非变迁位置的侦测和变迁类别的判释。影像相减法只能获得变迁/非变迁位置的侦测结果,还需要进一步判释变迁类别,因此一般在完成变迁类别判释之后对遥感图像进行精度评价。当前遥感分类精度评价的核心方法是误差矩阵精度评价方法,利用误差矩阵信息计算出各种精度测量,可以得到诸如生产者精度、用户精度、总体精度和 Kappa 系数等多个精度指标^[23],并采用统计学上的相关模型进行分析与评估。随着对数据分类问题认识的深入以及不同精度评价目标的需求,误差矩阵的精度评价方法还在不断发展和完善。

3.2 影响信度与效度的因素

在遥感数据的生命周期中,从数据的获取、处理、分析、转换等各种操作中,都会引入不同类型和不同程度的不确定性^[24]。综合前人的相关描述,可以有几个原因:1)遥感卫星拍摄时存在不可避免的误差^[25]。大气吸收与散射、天气、云层等因素会直接影响拍摄时的图像质量,同时传感器的物理参数、卫星平台的轨道导读、飞行素的等多种因素也会影响图像的几何特性^[23]。当拍摄时的方位角过大时,会影响图像的辐照几何关系,导致图像的几何畸变。2)原始图像分辨率的影响。在 GIS 中,最常涉及的是空间分辨率。栅格数据集的空间分辨率表示单元大小在地面上覆盖面积的尺寸,即指遥感影像上能够识别的

两个相邻地物的最小距离,反映了图像的空间详细程度。空间分辨率越高,即单位面积内的可选用单元越多,图像的详细程度便越高^[26]。以往研究中人们往往是受现有数据的尺度或分辨率的限制而选择数据,而随着多光谱和多空间分辨率数据集的日益普遍,因选择尺度、格局问题的内在特征和目标的不同,在多种数据源中选择合适的数成了一个新的挑战。3)门坎值设定的影响。由于影像相减后差值要达到多少可以定义为景观变迁,目前并无定值,因此选择门坎值的不同直接影响景观变迁研究的结果。而且,门坎值会受到影像质量的影响而有所改变,甚至会因影响辐射校正的模式不同而有所差异。4)杂讯的干扰。应用卫星影像进行像元式景观变迁侦测时,不可避免地会产生像元大小般的噪声,此现象在高分辨率影像上则更为显著。一般降低杂讯影响的方法是在特定的移动窗口大小内以一个特定的移动窗口在变迁输出影像上进行众数计算,之后再以窗口内类别出现次数最多的类别(亦即窗口中的众数)取代窗口中心像元的类别^[27]。

4 影像相减法在景观变迁研究中的应用

近年来,采用遥感等信息化手段开展有关自然资源和景观等变迁方面的研究相对较多,并提出了许多实用的方法,张佳涛^[28]采用 TM 影像和 landsat8 卫星影像研究山区林地变化信息,认为分类后比较法提取林地变化信息的精度比基于算术运算分析后差异图像合成图像分类法高。陈耀亮^[29]基于 EALCO 陆面过程模型定量模拟了黑河流域土地覆被格局。Valerio A 等^[30]通过叠加图像处理和交叉分类分析了探测到的土地利用转换和地形参数之间的关系,提出基于 GIS 的景观指标来确定景观结构的变化模式。可以看出,在景观变迁研究中,与现代遥感手段的处理方法相比,传统分析方法需对整张影像进行扫描分析,因主观的人为判读而不可避免地存在着误差。随着时代的发展与科技进步,GIS 技术在研究景观变迁方面已经取代人工调查比对,影像相减法相比传统的分析比较方法具有一定的比较优势。利用影像相减法侦测影像中变化的对象只需要比对相减后像素值不为 0 的区域,极大地降低了分析每张影像所需的计算量^[31]。

虽然影像相减法可以较为简便地获得变迁/非变迁位置的侦测,但是需要藉由其他分类器来得到变迁之类别。一般采用非监督式分类法,即将各时期影像分成 100 个集群,根据光谱反射特性与研究区域的景观现状,将此 100 个集群重新分组成林地、草地、水体、建成地、农牧用地等类别进行判释^[3]。同时,在进行影像相减运算之前,需要先将两张影像进行校正,同时必须给定一门坎值来区分变迁的产生,而目前门坎值的选择非常主观,不同门坎值的设置对结果的影响较大,需要合理确定一个相对准确的基准值。因而研究区域景观变迁的多种研究方法都各有优缺点与适应性,需要使用者根据研究内容灵活选择,并且不断发展与完善。

参考文献:

- [1] 周天颖,叶美伶,吴政庭.轻轻松松学 ArcGIS 10[M].4 版.台北:儒林图书公司,2016
- [2] 徐鹏.高分辨率遥感影像融合及面向对象信息提取研究[D].北京:北京交通大学,2017
- [3] 李瑞阳,林士强.利用空间技术与景观生态指数分析垦丁国家公园土地覆盖变迁影响之研究[J].地理学报,2006(46): 31-48
- [4] 陈慧,王小军.多源遥感影像及处理方法在城市发展普查中应用的对比研究[J].测绘通报,2014(11):60-63
- [5] 庞治国,蔡静雅.遥感影像发展趋势及其在农业中的应用[J].测绘通报,2017(7):45-48
- [6] 沙晋明.福州市植被生态环境遥感定量研究[J].测绘学报,2005,34(1):93
- [7] 简甫任.运用知识库辅助遥测影像分类与土地利用变迁侦测模式建立之研究——以都市区域环境为例[D].台中:逢甲大学,2001
- [8] 李瑞阳,陈坤钰.运用空间技术与景观指标分析清静地区景观变迁之研究[J].地理研究,2012,57:21-27
- [9] 刘春玲.基于多时相遥感影像的建筑物变化检测技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2014
- [10] 陈世杰. B-spline 弹性影像对位元算法应用于病理切片影像[D].台北:国立台湾科技大学,2012
- [11] 林裕轩.以优化影像相减法寻找类星体[D].台北:台湾大学,2014

- [12] 曾怡君. 以背景相减法实现工作空间任务存在判定[D]. 台北:台北科技大学,2012
- [13] 陈添水,林政侑,何世华,等. 以生物多样性指标评估集水区崩塌地治理优选顺序[J]. 中华水土保持学报,2014,45(2): 119-127
- [14] 张莉,荣振宇,苏永道. 利用傅里叶变换全息实现图像相减[J]. 济南大学学报(自然科学版),2010,24(3):289-291
- [15] Lin C Y, Chuang C W, Lin W T, et al. Vegetation recovery and landscape change assessment at Chiufenershan landslide area caused by Chichi earthquake in central Taiwan[J]. Nat Hazards,2010,210:55-66
- [16] 徐彬,张梅. 基于相减运算的图像分割方法研究[J]. 信息通信,2015(11):31-32
- [17] 王学平. 遥感图像几何校正原理及效果分析[J]. 计算机应用与软件,2008,25(9):102-105
- [18] 刘瑞. 3S技术在河北省唐山市地面形变监测和城市扩展中的应用研究[D]. 成都:成都理工大学,2009
- [19] 朱绍攀,陈宇. 大气辐射校正方法分析[J]. 地理空间信息,2010,8(1):113-116
- [20] 王渊. 不同水平油菜氮素含量遥感信息提取方法研究[D]. 杭州:浙江大学,2008
- [21] 张睿,李海涛,张继贤,等. 规模化土地利用变化动态监测的辐射校正技术研究[J]. 遥感信息,2006(6):23-26
- [22] 丁美霞,周斌,王人潮. 遥感监测中5种相对辐射校正方法研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(3): 269-276
- [23] 柏延臣,王劲峰. 遥感信息的不确定性研究(分类与尺度效应模型)[M]. 北京:地质出版社,2003
- [24] 贾海峰,刘雪华. 环境遥感原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2006
- [25] 王政. 遥感图像厚云去除方法研究[D]. 南宁:广西师范大学,2014
- [26] 李娟. 基于MAP的压缩视频超分辨率重建算法研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2008
- [27] 许君韶. 区块分割变迁检测法于多时期卫星影像之应用[D]. 台北:国立中央大学,2005
- [28] 张佳涛. 基于TM影像的山区林地变化检测方法对比研究[D]. 贵阳:贵州大学,2015
- [29] 陈耀亮. 干旱区内陆河流域土地利用/土地覆被变化及其对蒸散发的影响[D]. 杭州:浙江大学,2018
- [30] Valerio A, Simona M, Elisa S, et al. Long-term patterns of change in a vanishing cultural landscape: A GIS-based assessment[J]. Ecological Informatics, 2017,37:38-51
- [31] 赖岱佑,郭忠义,黄福助. 数字图像处理技术手册[M]. 2版. 台北:松岗出版社,2016

(责任编辑:谭彩霞)