

基于遥感影像变化检测的国土调查监测应用研究

李莹 王琼

聊城市自然资源和规划局

[摘要] 遥感影像变化检测是利用不同时期获得的遥感影像, 定量分析及确定地表特征与变化过程的技术。利用不同时相得到的遥感影像变化检测, 是资源调查、环境监测等地球观测技术应用中的关键技术, 其应用领域广。

[关键词] 遥感影像; 变化检测; 土地调查监测

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1824

遥感影像变化检测是利用同一地区不同时期遥感影像与相关数据, 通过影像处理及数理模型等对其的比较, 分析判断影像间变化, 它涉及地理科学、统计学、计算机科学等多学科技术, 是遥感领域的一个热门课题, 已成功应用于许多领域。

一、变化检测流程

1、数据的获取。包括获取两期遥感影像和相应辅助数据。变化检测前, 必须事先了解待检测地物自然和光谱特征等, 并选择合格的遥感数据。另外, 获取数据时, 应尽量选择同一传感器数据和同一时段、同一时间遥感影像, 以消除物候与太阳高度角不同引起的图像差异。

2、数据预处理。包括影像增强、几何校正、辐射校正和影像镶嵌等, 而几何、辐射校正较重要。

几何校正包括绝对、相对校正, 前者是在同一坐标系下对两个时相遥感影像的校正; 后者是影像间的匹配, 即一个影像是参考影像, 另一个影像校正。几何校正精度直接影响变化检测最终结果。以往的研究表明, 几何校正精度必须控制在0.5像元内, 否则会产生大量伪变化信息。

辐射校正分为绝对、相对辐射校正, 前者会去除大气影响, 常用校正模型包括6S、FLAASH等, 但所需参数多, 很难获取, 在此种情况下, 可使用相对辐射校正; 它是一个以时相影像为基准, 另一影像的归一化处理, 常用方法有直方图匹配法、图像回归法等。

3、变化信息提取。根据不同时间多次观测, 确定物体状态变化过程或所获得现象的变化过程。提取变化信息时, 可选择特定方法比较或变换两个时相影像, 通过对处理结果增强、人工解释和分类等, 确定变化信息范围、大小、类型。

4、精度评价。当前, 变化检测精度评价通常通过构造变化/不变误差矩阵表示。常用评价指标有用户、生产者、综合精度等。

二、遥感影像变化检测技术现状

遥感影像变化检测从不同时期遥感数据中定量分析及确定地表变化特征和过程。

1、直接比较法。它直接对同一区域不同时相遥感影像光谱信息进行处理比较, 无需分类, 以确定变化位置和范围, 然后通过人工目视解译或分类确定变化类型。当前常用方法包括影像代数、主成分分析、图像回归、交互相关分析、变化矢量分析等, 它们能直接确定变化位置, 避免大规模分

类, 提高检测效率。缺点是变化类型无法提供。

影像代数是常用的变化检测法, 包括影像差值法和影像比值法, 前者是从两个时相遥感图像中减去(或相除)相应波段。其原理是, 图像中不变地类通常在两个时相遥感图像上具有相同或相似灰度值, 但当地类变化时, 相应位置的灰度值差异大。因而在差值(比值)图像中, 未变化区域像素值接近0(或1), 从而显示来自背景影像的变化信息。该方法操作简单、快速, 但在应用前需对辐射进行相对归一化处理。缺点是很难确定变化阈值, 由于点到点运算, 差值(或比值)图像中存在大量噪声, 无法提供变化属性。然而, 当地物类型单一、色调纹理均匀且变化特征明显时, 该方法仍有效。当影像特征复杂时, 该方法也可与其他方法相结合使用。

主成分分析(PCA)是对不同时相配准的遥感影像进行主成分变换, 压缩波段间相关信息, 生成具有不相关主分量的多时相合成图像, 然后比较主分量信息以检测变化。PCA有三种变化检测方式: ①主成分差异法; 即对两个时相影像进行PCA变换, 并选择多个主成分进行差值计算, 以检测其变化; ②差异主成分法是第一种方法的逆过程, 即对两时相影像进行差值处理, 再对差值影像进行PCA变换, 选择一个或多个主分量变化检测; ③多波段主成分变换法, 即将两时相影像每个波段组合成一新的混合影像, 并对其进行主成分变换, 前几个主要分量反映不变信息, 而变化信息将集中在后几个次要分量上, 可通过分析后几个分量来检测变化信息。

影像回归法先假定T1时相像元值是T2时相像元值的线性函数, 然后用最小二乘法回归, 再从T1时相原始像元值中减去根据回归方程计算出的预测值, 得到两时相回归残差图像。通过设置阈值确定变化区域。在一定程度上, 遥感数据回归处理相当于辐射校正的相对校正, 能减少多时相数据中不同大气条件及太阳高度角的不利影响。

光谱特征变异是经两时相数据直接融合运算发现变化, 通常将新时相高分辨率遥感数据与旧时相多光谱数据融合处理, 变化区域反映了融合后影像中光谱突变位置, 这种方法简单易行, 但不能很好地反映小地物。

当旧期为土地利用现状图, 新期为遥感影像时, 通常使用交叉相关分析(CCA)。先将遥感影像配准叠置在旧期土地利用现状图上, 以现状图边界将遥感图像划分为不同图斑单元, 统计每个图斑单元光谱响应均值及标准差, 以获得期

望值。再比较每个像元期望值和实际光谱值差。若差值大，则表明是可能发生变化区域。这种方法难点在于确定差值阈值。

变化矢量分析（CVA）是一种经描述从T1时相到T2时相光谱向量变化方向及大小检测变化的方法。先将两时相影像做KT变换，提取变换结果第一、二分量。按经验影像转换系数旋转上述两对分量，使结果对应于两时相的绿色（G）及亮度（B）值，再在G、B坐标系中计算变化矢量方向、幅度分量，经设定阈值检测变化。

2、分类后比较法。它是一种相对简单明晰的变化检测方法，先使用统一分类系统对各时相遥感影像单独分类，再通过比较分类结果发现变化。这种方法无需事先认识研究区土地覆盖变化，通过单独分类比较，能直接获得变化类型、数量、位置；并能回避多时相数据由于不同获取季节及不同传感器引起的归一化问题。此外，由于分类后比较法单独分类，不受时相数限制，可同时检测分析遥感影像在两个时相的变化，但分类后比较法一直被认为存在严重缺陷。首先，对不同时期土地覆盖分类数据比较，无法检测到特定类型土地覆盖的微小变化；其次，通过比较两个时相分类数据，生成变化图精度只相当于每个时相分类精度值的近似乘积，这是因在空间比较中，各单独分类误差会被进一步放大。尽管分类后比较法在精度上存在缺陷，但因其简单，仍被广泛使用。

三、遥感变化检测发展趋势

随着面向对象的影像分析及神经网络、支持向量机、形态学理论、模糊熵、小波变换、蚁群算法和遗传算法等在变化检测技术中的广泛应用，变化检测有以下发展趋势：

1、进一步提高分割性能。基于对象变化检测能提高不同地物间可分性、变化类与非变化类可分性，已成为变化检测技术研究热点。影像分割是基于对象方法基础，但目前还无通用分割算法，严重制约了基于对象变化检测法的发展，所以研究一套有效的分割算法显得尤为迫切。

2、多层次、多尺度、多源融合。传统变化检测技术大多基于单一视角，效率低。为提高变化检测精度，需从多层次、多尺度、多源融合思想出发，如多源数据融合、不同尺度目标融合、不同层次目标分析等。

3、研究新理论和新方法。新的变化检测技术研究应从自动化、准确性、快速性和适应性等入手。随着变化检测技术研究的深入，更快速更精度将成为主要研究方向，所以需结合新理论新方法，实现更大突破及创新。

四、基本原理

从数据输入到输出结果，变化检测处理全过程包括遥感图像选择、预处理、差异信息提取、差异评定等。遥感影像变化检测流程为：先用前期普查结果与同期影像数据，以及监测时获得的后时相影像数据，使用遥感图像处理分析软件，进行了两相影像预处理、影像分割、变化检测、图斑融合、噪声去除等处理流程，并输出变化检测结果；再利用

前期普查结果及变化检测结果文件，结合收集的多行业专题数据，总体分析变化。依据监测时点实施计划提出的技术路线，确定需更新区域与内容，不能确定变化类型的需外业核查，并根据一定比例外业核查内业判读确定的图斑；最后结合外业调查核查结果，对基础数据进行内业编辑整理，形成满足入库要求的监测结果数据集。

五、数据结果处理与分析

1、实验数据和分析方法。为合理评价遥感影像变化检测方法适用性，选取两组数据对比分析：①前时相测试数据为分辨率0.5m的Worldview-2卫星影像，后时相数据为分辨率2m的天绘卫星影像；②实验数据为分辨率2m的高分一号卫星影像。第一组影像数据属于城乡结合部，覆盖面积约24km²；后一组影像数据属于连片开发建设区，面积10km²。使用遥感影像变化检测法前，所有卫星影像数据统一为2m分辨率及3波段RGB真彩色。

通常，遥感影像变化检测分为：①直接法。同一地区不同时相遥感影像光谱信息的处理比较，以确定变化位置和范围，其能直接确定变化位置，避免大规模分类，提高检测效率；②先分类再变化检测。此方法检测结果是通过比较两时相分类数据生成的变化图，精度仅近似于各时相分类精度乘积，空间比较中，各单独分类误差将被进一步放大。所以将直接法应用于两相遥感影像变化检测，ENVI5.0软件用于处理分析所有影像，检测操作包括波段差计算、聚类小图斑、中心图斑平滑、噪声图斑去除等。

2、实验结果与分析。不同影像数据源检测主要是建筑物变化，再是构筑物 and 植被等的微小变化。对同一影像数据源检测，主要变化是建筑物及滩涂。为更准确验证变化检测准确性，用全野外实地核查验证了检测区重要地物。结果表明，基于卫星遥感影像变化检测识别精度可达80%以上，基本满足土地调查监测更新要求。对自然地物、水系、人工地物变化，变化检测结果较理想。然而，由于裸地与建筑物间的影像特征高度相似，很难区分它们之间的变化；而构筑物变化，因边界提取不完整，这在一定程度上给识别带来了难度。同时，实验结果表明，同质和异质影像数据在变化检测识别精度上几乎无差异，并且其构筑物识别难度大。计算机自动解译中虽嵌入了目视解译辅助，但因人工操作经验不同，不可避免地会出现一些误判，这也是影响精度的一个重要因素。另外，遥感影像变化检测识别准确性还取决于影像准确性、数据源和数据预处理质量等，使用相同数据源和优化预处理过程能提高检测精度。

参考文献

- [1]陈鑫鏢. 遥感影像变化检测技术发展综述[J]. 测绘与空间地理信息, 2016(09).
- [2]黄亮. 遥感影像变化检测方法探讨[J]. 测绘科学, 2016(04).
- [3]谢国胜. 基于遥感影像变化检测的土地调查监测应用研究[J]. 科技创新导报, 2018(14).