

遥感影像智能解译在土地变更调查中的实践应用

万平原

湖南省地质地理信息所(湖南省地质大数据中心)

DOI:10.32629/gmsm.v9i1.2405

[摘要] 土地方面变更的调查属于针对国土空间进行规划、对资源予以保护以及开展执法监管的非常重要的基础类工作,核心关键在于准确、高效地捕捉到地表土地利用类型所存在的动态的变化情况。遥感影像采用智能方式进行解译依靠深度学习、实行特征提取等相关技术,突破了以往传统的靠人工进行判读以及半自动予以解译的效率方面的瓶颈还有精度方面的局限,达成了从像素级开展识别到语义级进行推理的范式的升级。本文按照土地变更调查的实际操作方面的需求,对遥感影像智能解译的核心技术路径予以剖析,研究其在发生变化检测、地物精细分类等场景中的实践应用的要点,分析当前应用当中的核心挑战并且提出优化的方向,给智能技术和国土调查工作进行深度融合给予实践方面的参考。

[关键词] 遥感影像; 智能解译; 土地变更调查; 地物分类; 变化检测

中图分类号: P23 **文献标识码:** A

The Practice of Intelligent Interpretation of Remote Sensing Images in Land Change Survey

Pingyuan Wan

Institute of Geological and Geographic Information of Hunan Province(Geological Big Data Center of Hunan Province)

[Abstract] Land change surveys constitute a fundamental task for territorial spatial planning, resource conservation, and law enforcement supervision. The core challenge lies in accurately and efficiently capturing dynamic changes in surface land use patterns. By employing intelligent interpretation methods that leverage deep learning and feature extraction technologies, remote sensing imagery has overcome the efficiency bottlenecks and precision limitations of traditional manual and semi-automated interpretation. This paradigm shift enables recognition at the pixel level and semantic-level inference. Addressing practical operational needs in land change surveys, this paper analyzes the core technical pathways of intelligent remote sensing interpretation. It explores key application points in scenarios such as change detection and fine-grained land object classification, identifies current challenges, and proposes optimization directions. The findings provide practical references for deep integration of intelligent technologies with national land survey work.

[Key words] remote sensing image; intelligent interpretation; land change survey; land object classification; change detection

引言

国土空间的动态变化直接关联到资源配置效率、生态环境保护以及耕地保护红线的落实,土地变更调查作为捕捉这一变化的基础性工作,需兼顾调查精度与时效性。传统调查模式依赖人工判读遥感影像,不仅耗时耗力,且易受主观经验影响,难以适配大规模、高频次的动态监测需求。随着深度学习与遥感技术的协同发展,智能解译技术凭借其自动化特征提取、长程空间关系建模能力,逐步成为土地变更调查的核心支撑手段。其通过适配遥感影像多光谱、大尺度、时空异质性强的特性,实现对土地利用变更信息的快速捕捉与精准识别,推动土地变更调查从

传统人海战术向智慧化监管转型,为国土空间治理提供高效技术支持。

1 遥感影像智能解译核心技术路径

1.1 特征提取技术体系

国土空间的动态的变化直接和资源配置的效率、生态环境保护以及耕地保护红线的落实存在关联,土地变更调查作为捕捉这种变化的基础性的工作,需要同时兼顾调查的精度以及时效的性能。传统的调查模式依赖人工判读遥感影像,不仅耗时耗力,而且容易受到主观经验的影响,难以适配大规模、高频次的动态监测需求^[1]。随着深度学习和遥感技术的协同发展,智能解

译技术凭借其自动化特征提取、长程空间关系建模能力,逐渐成为土地变更调查的核心支撑手段。它通过适配遥感影像多光谱、大尺度、时空异质性强的特性,实现对土地利用变更信息的快速捕捉与精准识别,推动土地变更调查从传统人海战术向智慧化监管转型,为国土空间治理提供高效的技术支撑。

1.2 核心解译模型适配优化

特征提取属于遥感影像智能解译的核心环节,直接决定地物识别以及变化检测的精度。当前技术已从传统手工设计特征转变为深度学习驱动的自动特征学习,形成多维度特征融合体系。光谱特征提取通过对多光谱和高光谱数据解析,结合光谱曲线拟合和混合像元分解技术,强化不同地物在电磁波谱段的差异表达,能有效区分植被、水体、建筑用地等核心地类。纹理特征提取凭借灰度共生矩阵、局部二值模式等方法,捕捉地物空间分布规律以及结构特性,实现对农田网格、建筑群落等规则地物的准确刻画^[2]。空间特征提取借助图神经网络、空洞卷积等技术,建模地物间拓扑关系以及邻域关联,解决传统方法难以捕捉的长程空间依赖问题。在深度学习框架下,卷积神经网络和视觉Transformer融合应用,进一步实现多尺度特征层级对齐,既保留高分辨率细节信息,又整合全局上下文特征,为复杂场景下地物解译提供技术支撑。适配并优化智能解译模型是满足土地变更调查需求的关键。卷积神经网络系列模型凭借捕捉局部特征的能力,在提取建筑物、识别耕地边界等任务中表现突出,通过改进U-Net、DeepLab等结构,提高对分割不规则地物轮廓的精准度^[3]。视觉Transformer模型依靠自注意力机制,实现任意图像块直接交互,有效地对跨区域地物的关联进行建模,适用于解译城市扩张、水系演变等大范围土地变更场景。针对遥感数据的特性,模型需要进行针对性优化。采取多模态融合策略,整合光学数据和雷达数据优势,减少云雾、光照等天气因素对解译结果的干扰;采用迁移学习和自监督学习范式,利用海量无标签遥感数据对模型进行预训练,再通过少量有标签数据微调,以适配特定区域调查需求,解决土地调查中标签数据稀缺问题。

2 在土地变更调查中的实践应用场景

2.1 土地利用变化检测

检测变化是土地变更调查的核心任务,目的是识别不同时相遥感影像中土地利用类型的差异。智能解译技术通过对多时相影像的特征进行比对以及语义分析,实现对变更区域的自动定位以及类型判定。其核心流程是先对影像进行预处理,完成时空配准和辐射校正,消除不同时相影像的几何畸变和光谱差异;再使用特征差分模型和深度学习变化检测器,提取变化候选区域;最后通过语义解译确定变更类型,如耕地变成建筑用地、林地变为裸地等违规变更场景。和传统阈值分割方法相比,智能解译技术能够有效地过滤噪声干扰,准确地捕捉微小变更以及边界模糊区域的变化信息,同时通过全局语义推理,减少因为单一像素级分析而导致的误判。在耕地保护、生态红线监管等场景中,可以快速识别违规占地、毁林开垦等行为,为执法监管提供准确的线索^[4]。

2.2 地物精细分类与变更核实

精细分类地物是土地变更调查的基础,需要实现对复杂地表覆盖类型的精确划分。智能解译技术通过融合多维度特征以及优化模型,突破传统分类方法的局限,实现对大棚用地、采矿区、堆土区等复杂场景的细致解译。基于层次化类别组织的网络,给影像赋予不同粒度的语义标签,既满足国土调查中一级地类的分类需求,又能适配二级地类甚至更细分类别的调查要求。在核实变更的环节,智能解译技术可以生成标准化的解译成果,结合地理信息系统平台实现对变更图斑的可视化呈现以及属性标注。工作人员通过把智能解译结果和实地核查数据进行比对,修正模型误判的区域,同时把核查结果反馈给模型进行微调,形成“解译-核实-优化”的闭环机制,不断提升解译的精度,大幅度缩短调查的周期,推动变更调查流程的自动化和标准化^[5]。

2.3 动态监测与监管赋能

依靠智能解译技术所具备的高效处理能力,能够构建起土地变更动态监测的体系,达成从周期性调查朝着近实时监测这样的转型。通过对卫星遥感、无人机影像等多源数据进行整合,智能解译系统可以快速地处理海量的影像数据,自动地推送异常变更的图斑,给国土、林草、海岸带等领域的监管提供及时的支撑。在区域国土空间规划实施的监测当中,能够动态地追踪城市扩张边界、耕地保有量变化等核心指标,为规划调整以及政策优化提供数据方面的支撑。该技术还能够适配不同区域的地形以及场景的特性,在平原耕地、山地林地、海岸带等复杂区域都能够实现高效的解译,打破传统监测所存在的空间局限,构建全方位、立体化的土地变更监管网络。

3 应用挑战与优化方向

3.1 核心应用挑战

智能解译技术在土地变更调查里面的应用依然面临着多重的瓶颈。时空异质性的问题十分突出,不同区域的地形、气候条件造成地物特征存在明显的差异,通用模型在特定区域容易出现解译精度下降的情况,很难适配全域调查的需求。复杂场景解译的能力不足,对于植被覆盖之下的隐蔽变更、边界模糊的混合地类,模型容易产生误判或者漏判的情况。除此之外,模型可解释性比较弱,深度学习模型的“黑箱”特性导致解译结果的可信度验证难度比较大,和国土调查的合规性要求存在差距。

3.2 优化实施路径

针对上面所说的挑战,需要从模型优化、数据支撑、流程融合这三个方面来推进技术的落地。在模型优化的层面,构建区域自适应的模型,结合地方地物特征开展针对性的微调,融入地理先验知识来提升模型语义推理的能力,同时通过多模型融合的策略降低单一模型的误判风险。在数据支撑的层面,搭建多粒度遥感标注的数据集,依托主动学习框架提升标注的效率以及精度,建立涵盖不同地形、场景的样本库,为模型训练提供充足的支撑。在流程融合的层面,推动智能解译与国土调查业务流程进行深度的整合,构建“智能解译-实地核查-模型迭代-成果应用”的闭环体系,同时强化模型解译结果的可视化以及可追溯性,满

足调查工作的合规性要求。另外, 加强技术培训以及跨领域的协作, 提升基层调查人员对智能技术的应用能力, 实现技术红利与业务需求的精准对接。

4 结论

遥感影像智能解译技术凭借其高效、精准的核心优势, 给土地变更调查提供了具有革命性的技术支撑, 推动调查工作从传统模式朝着智慧化、自动化的方向转型。通过多维度特征的提取以及适配性模型的优化, 该技术在变化检测、地物精细分类、动态监管等场景的实践应用当中, 有效地提升了调查的效率以及精度, 为国土空间治理、生态保护以及耕地红线监管提供了有力的保障。面对时空异质性、复杂场景解译等挑战, 需要持续推进模型的优化、数据的支撑以及业务的融合, 强化技术的适配性以及可操作性。未来, 伴随着像自监督学习、多模态融合这类技术的不断持续地发展, 对于遥感影像进行智能解译这个事情将会达成更高的精度、更广的范围这样的应用情况, 给土地变更调查这项工作注入更强大的动力, 帮助去构建起现代化的国土空

间治理的一个体系。

[参考文献]

[1] 卢文娟. 卫星遥感立体成像地形信息提取技术在土地变更调查中的应用研究[J]. 经纬天地, 2023, (05): 87-90.

[2] 李振翔, 李昕, 刘超. 基于ArcGIS空间分析的土地利用变更监测[J]. 北京测绘, 2023, 37(10): 1351-1356.

[3] 刘俏玲, 陈霏霏. 基于“三调”的土地变更调查技术创新与应用[J]. 住宅与房地产, 2023, (18): 71-73.

[4] 李建军. 遥感影像在土地变更调查与监测中的应用分析[J]. 冶金管理, 2023, (07): 61-62.

[5] 孟玲. 新疆遥感影像解译样本数据库建设的思考[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(12): 114-116.

作者简介:

万平原(1990--), 男, 中国湖南衡阳人, 本科, 工程师, 从事地理信息项目管理。