

遥感智能解译技术在农村宅基地数据采集中的应用

施艳磊, 李伟贤*, 李新建, 刘乔风, 李治
广西产研院时空信息技术研究所, 广西 南宁 530200
DOI: 10.61369/SSSD.2025070040

摘 要 : 随着农村发展和土地管理需求的提升, 准确且高效地获取农村宅基地数据至关重要。遥感智能解译技术凭借其独特优势, 为农村宅基地数据采集提供了创新路径。本文深入剖析该技术在农村宅基地数据采集中的应用, 详细介绍了其技术原理与技术优势。同时, 从数据预处理、宅基地信息提取、数据精度验证等多个环节阐述了具体应用策略。研究表明, 该技术能显著提高数据采集效率与精度, 降低成本, 为农村宅基地管理和规划决策提供有力支持, 具有广阔的应用前景。

关 键 词 : 遥感智能解译技术; 农村宅基地; 数据采集; 应用

Application of Remote Sensing Intelligent Interpretation Technology in Rural Homestead Data Collection

Shi Yanlei, Li Weixian*, Li Xinjian, Liu Qiaofeng, Li Zhi

Institute of Spatio-Temporal Information Technology, Guangxi Academy of Industrial Technology, Nanning, Guangxi 530200

Abstract : With the improvement of rural development and land management needs, it is crucial to obtain rural homestead data accurately and efficiently. Remote sensing intelligent interpretation technology, with its unique advantages, provides an innovative path for rural homestead data collection. This paper deeply analyzes the application of this technology in rural homestead data collection, and introduces its technical principles and advantages in detail. At the same time, it expounds the specific application strategies from multiple links such as data preprocessing, homestead information extraction, and data accuracy verification. The research shows that this technology can significantly improve the efficiency and accuracy of data collection, reduce costs, provide strong support for rural homestead management and planning decisions, and has broad application prospects.

Keywords : remote sensing intelligent interpretation technology; rural homestead; data collection; application

引言

遥感智能解译技术是以传统遥感影像解译技术为基础, 通过引入人工智能算法模拟人类视觉感知与思维判断过程, 实现遥感影像中地物要素信息自动识别、提取与分类分级的技术。近年来, 遥感智能解译技术的兴起, 为农村宅基地数据采集带来了新契机。它融合了遥感技术、人工智能、大数据等前沿技术, 能够对海量遥感影像进行快速、准确的分析与解译, 精准提取宅基地相关信息, 极大提升了数据采集的效率与精度^[1]。深入研究和推广遥感智能解译技术在农村宅基地数据采集中的应用, 对推动农村宅基地管理现代化、促进乡村振兴战略实施具有重要现实意义。

一、遥感智能解译技术在农村宅基地数据采集中的优势

(一) 高效性

通过卫星图像自动化获取方式, 相比传统地面调查, 能在短时间内获取海量遥感影像数据, 通过自动获取过程在短时间内就可掌握农村宅基地相关信息, 极大地缩短了信息获取时间。例如利用高性能电脑及并行处理技术, 对涉及几百平方公里的卫星图

像进行宅基地利用分类, 可能仅需数小时至几天, 而传统的地面调查可能需要几个月甚至几年的时间, 而且有时效果不甚理想。这种时效性强的特点使其能更好地承担大范围内农村宅基地数据的信息采集任务, 及时为紧急决策或规划编制等工作提供数据支撑^[2-4]。

(二) 客观性

传统的人工解译卫星图像容易受到解读者的经验水平、知识储备和疲劳程度等因素影响, 导致不同解读者对同一幅图像可能

基金项目: 广西产研计划项 (《数字农业农村“天空地人网”一体化数据要素汇聚融合平台关键技术研究与应用》(项目编号: CYY-HT2023-JSJJ-0026))。

得出不同的分析结果^[5]。而卫星智能化识别方法是依靠客观的数学公式、模式进行,只需要提供对应的数据、设定参数即可得到一致的分析结果。应用深度学习模型,经过大量样本训练后,能依据统一标准对农村宅基地特征进行判断,避免人为因素的主观倾向,使所收集到的数据更加客观准确。

(三) 全面性

遥感影像能够对大范围的区域进行监测,并提供全面连续的数据,避免了实地调查中可能出现的监测空白区域。无论是交通不便的农村地区还是偏远地区的监测都可以通过遥感技术获取宅基地的相关信息。而多种遥感影像的融合提供了更加全面的、多角度的地表要素信息,体现出了房屋用地的特性,例如将光学图像与雷达遥感影像进行融合,除获取宅基地的利用状况以外,还能够获取宅基地的垂直信息和构筑的状况等,为我们进行进一步使用和研究也提供了大量的数据支撑^[6]。

二、遥感智能解译技术在农村宅基地数据采集中的应用策略

(一) 数据预处理

1. 影像校正

由于在遥感影像数据获取过程中可能受多种因素干扰,例如传感器误差、大气散射吸附作用、地球曲率作用等,导致遥感影像出现几何畸变和辐射失真现象。因此,需对原始遥感影像进行几何校正和辐射校正处理^[7]。几何校正就是将遥感影像选择地面控制点利用多项式函数方式或共线方程方式进行像元位置变换,消除影像几何畸变,使遥感影像中的地物位置与实际地物的真实地理坐标精准对应。对于辐射校正而言,主要就是对遥感影像辐射值进行校正,去除大气等扰动带来的辐射误差,恢复地物真实的反射率或辐射率信息。例如,借助于 ENVI、Erdas 等专业遥感影像处理工具,通过对选取的地面控制点校准参数的准确设置,完成光学遥感影像的几何和辐射校正,可以有效提高影像质量,为对宅基地数据提取的工作提供了良好的基础支撑。

2. 影像融合

正如前面所说,多源遥感数据融合可提升数据的丰富度与质量,在获取农村宅基地信息过程中,我们将高分辨率的光学图像和低分辨率但具有丰富光谱特征的高光谱图像相结合,不但可以保留高清图中的清晰细节和丰富信息,还可以获取高光谱图像中的细微光谱特征,这样就能更准确地识别宅基地及其周边地物。而常用的图像合成技术有加权合成、主要成分分析合成、小波变换合成等。例如,运用小波变换合成可以将不同分辨率的图像分解为不同频段的小波系数,然后根据某些规则进行合并,再利用逆小波变换得到合成图像。这种方式在识别宅基地轮廓线的时候也能够提升对于宅基地材料等具体信息的识别能力。

3. 噪声去除

遥感影像在获取和传输过程中易于受到高斯噪声、椒盐噪声等干扰,致使图像质量变得欠佳,从而影响特征识别的精确性。为去除噪声,通常采用多种滤波算法,如均值滤波、中值滤波以及高斯

滤波。使用均值滤波器,通过计算其周围像素点的平均值以代替中间像素值,有效避免随机性产生的噪声;对于椒盐噪声而言,采取中值滤波器,通过选择周围像素的中值作为新的中间像素值,具备很好的抑制效果;最后一个滤波器为高斯滤波器,即依据高斯分布函数对周围像素进行加权平均,有效地削弱噪声,并保留图像的细节^[8]。因此在具体实施过程时要针对噪声类型以及图像本身的性质进行筛选,选取合适的滤波器类型和参数,在尽可能去除噪声的前提下,最大程度保留农村宅基地相关信息。

(二) 宅基地信息提取

1. 深度神经网络。利用深度学习进行宅基地分类。

利用 CNN 等深度学习结构,通过训练后对预处理后的遥感图像进行自动化解译,以识别出宅基地信息,首先构建包含大量宅基地样本的遥感数据集,然后对大数据集中每个个案中涉及到的宅基地进行具体的标注,接着将标注好的样本分为训练集、验证集和测试集三份:训练数据、验证数据以及测试数据,以用于训练 CNN 模型,同时不断调整模型参数以适配宅基地特征。训练完成后,通过测试数据测试该模型以确保其有高的精度、高的召回和高 F1 值等核心指标。之后,将待解译的遥感图像输入训练完成的模型中,使其基于学习到的特征自动识别影像中的宅基地边界位置。

2. 特征分析与提取

深度学习不仅可以应用在总体识别中,还可以通过对宅基地的光谱、纹理和形状特征进行深入分析与提取来提升其识别的精度。对于光谱特征,分析宅基地在不同波段的反射率值,构建光谱特征集合。例如,某一种类型的建材在某一个波段可能具有特定的反射峰值或者是吸收阈值,可以通过与其建立的特征集合中的宅基地数据进行比较以辅助识别其是不是宅基地。对于纹理特征,可以利用像素级统计如灰度共生矩阵、局部二进制模式等方法获取此区域的纹理性质的相关指标,如对比度、相关性和熵等。不同类型的宅基地(如新式砖木结构房屋、传统泥墙房屋等)具有显著不同的纹理特征,可以根据此来进行其区分。对于形状特征,则可以通过数学形态学处理、边缘检测算法等进行处理获取宅基地的边界及形状的参数,例如总面积、周长和长度/宽度比等。结合上述的所有特征信息,更加精确地从复杂的遥感图像环境中获取宅基地的相关特征信息,特别是跟周围其他地物特征相似的宅基地,其基于特征分析、提取的方法增强了甄别的能力^[9]。(见图1)。



图1 宅基地信息提取例图

3. 变化检测

农村宅基地状况不会一成不变，会因时过境迁出现新建设、扩建或是废弃等情况。使用卫星遥感技术以及人工智能识别技术来监测变动，时刻掌握宅基地使用最新状况。常用的监测技术有图像差值法、分类后比对、变化矢量分析等。图像差值法是用不同时间段的遥感图像上的像元之间的差异来计算，获得变化的区域；分类后比对是先对两张不同的时间段的照片进行分类，再比较分类后的结果，得到变化的类别与位置；变化矢量分析是通过像元在每个阶段的光谱特性变化矢量来检测变化。在农村宅基地变化检测的过程中，将深度学习的模型与变化检测技术结合，能更准确地识别宅基地的变化类型和范围。例如首先使用深度学习的模型对每个周期内的图片进行分类，然后运用分类后比对，比对它们的分类结果，就会清楚地看到这些房屋是否已经新建、扩建，是否被拆除等，为农村宅基地的管理提供及时且准确的信息数据支持。

（三）数据精度验证

1. 样本验证

利用遥感智能解译技术获取农村宅基地数据后，可以通过样本抽查的方法对其精度加以验证。样本验证法即选取遥感解译结果的部分样本与实地调查成果或高精度基础数据进行比对，对选取的宅基地样本，需检查其边界定位、图斑尺寸、地物类别等信息是否与实际情况一致，计算其分类正确率、召回率以及 F1 等指数，从而分析其解译精度。通过样本抽查的方法能直接找出解译成果的精确度，当发现其精度无法满足要求时，可通过调整模型参数或更改解译方法进行再次解译。

2. 精度评估指标计算

除了用于样本验证的精确率、召回率与 F1 值外，还可以对其他精确度评价指标进行计算，如总体精度、Kappa 系数等。总体精度是正确地识别出的像元数与所有像元数的比值，该指标可以评价整个解释过程的精确度。Kappa 系数则对随机分类的误差进行补偿以更公平地评价解译结果与真实情况。借助精确度评价指标，通过数值可以量化遥感智能解译技术获取农村宅基地的信息能力，并作为优化技术与提高数据质量的依据^[10]。

3. 误差分析与修正

对精度验证过程中发现的误差需深入分析，明确误差产生的具体原因，如数据预处理不当、模型训练不充分、影像质量不佳等。针对不同原因可以制定合理的解决方案，若有由于几何校正精度不足引起的宅基地位置不准的情况，可以反复进行几何校正或者采用更为准确的方法进行纠正。若由于模型训练的样本不足引起的一部分宅基地未能识别正确，可以通过增加样本数量或调整样本分布重新训练模型即可纠正。这样便可以不断提高农村宅基地信息提取的精度，确保提取的农村宅基地信息真实、准确反映现实情况，为宅基地管理和相关决策提供可靠依据。

四、结语

遥感智能解译技术在农村宅基地数据采集集中展现出显著优势，通过多源数据融合、深度学习算法等技术手段，实现了数据采集的高效性、客观性和全面性。从数据预处理到宅基地信息提取，再到数据精度验证，各个环节紧密配合，为获取准确、全面的农村宅基地数据提供了有力保障。

参考文献

- [1] 谭军辉, 颜志宇, 关国翔, 陈琼, 刘璐铭. 海岛开发利用遥感智能解译技术研究与应用 [J]. 测绘通报, 2024, (12): 132-136.
- [2] 曹毅. 地质学与人工智能技术相结合的石墨矿勘探方法研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2024, (23): 41-43.
- [3] 周翔, 罗爽, 王成. 基于遥感智能解译技术的围堰溃决洪水淹没分析——以旭龙水电站为例 [J]. 水利水电快报, 2024, 45(05): 111-116.
- [4] 骆翠萍. 农村宅基地房地一体化确权登记测绘调查技术问题及对策 [J]. 低碳世界, 2024, 14(01): 184-186.
- [5] 官磊, 刘永强, 吴路强. 基于智能遥感识别的矿山水工环灾害数据采集系统 [J]. 世界有色金属, 2024, (02): 179-181.
- [6] 田红霞. 基于倾斜摄影测量和调查 APP 的农村宅基地基础信息调查模式初探——以清徐县为例 [J]. 华北自然资源, 2023, (01): 77-79.
- [7] 乔贤哲. 基于 GIS 平台的农村宅基地管理信息平台设计研究 [J]. 现代信息科技, 2022, 6(21): 119-123.
- [8] 张兵, 杨晓梅, 高连如, 孟瑜, 孙显, 肖晨超, 倪丽. 遥感大数据智能解译的地理学认知模型与方法 [J]. 测绘学报, 2022, 51(07): 1398-1415.
- [9] 王博祺, 张保辉, 徐玉国, 史云. 县级宅基地管理信息系统建设研究 [J]. 中国农业信息, 2022, 34(03): 20-32.
- [10] 王欢. 基于低空遥感和智能移动终端的土地利用现状调查 [D]. 清华大学, 2018.