

高分辨率卫星遥感影像在土地利用分类中的应用研究

谭振华

(环天智慧科技股份有限公司, 四川 成都 610096)

摘要 高分辨率卫星遥感影像对土地利用分类起着至关重要的作用, 它能够提供更精确、高效、信息丰富的土地类型数据, 为土地资源管理提供有力支撑。本文论述了开展高分辨率卫星遥感影像相关研究的重要意义及其在实践中的具体步骤, 主要包括数据获取和预处理、土地利用分类分析, 并列出了不同土地利用分类类型的实际案例。研究表明, 科学地选取数据源, 对影像进行校正和增强等处理分析可明显提高分类精度; 分类结果精度评估和空间分布特征分析有利于了解分类结果可靠性和影响因素。

关键词 高分辨率卫星遥感影像; 土地利用分类; 数据源选择

中图分类号: P237; F301.24

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.03.042

0 引言

高分辨率卫星遥感影像对土地利用分类的意义主要依据其高精度, 广覆盖, 动态监测等优势特点展开。在城市化进程不断加快等多重因素影响下, 土地资源日趋紧张, 传统土地调查方法已经很难适应现代管理的需要。高分辨率卫星遥感技术为我们提供了一个高效的解决方案, 它可以在相对较短的时间里捕获大量的地表数据, 进而为土地利用的准确分类奠定基础。

1 高分辨率卫星遥感影像实践应用意义

高分辨率卫星遥感影像通常采用具有米级或亚米级的空间分辨率数据, 当前卫星遥感影像数据最高分辨率可以达到0.3米, 这使得区分城市、农业和森林等不同区域土地利用分类变得更加清晰。比如在使用高分辨率卫星遥感影像对城市土地利用分类的过程中, 研究人员可以清晰地识别出建筑物、道路以及绿地等不同的地物, 为城市的规划与管理提供科学的数据依据^[1]。高分辨率卫星遥感影像在增强分类精度的同时, 在多时相的监测方面也显示出明显的优势, 通过对比分析相同区域内不同时期获得的遥感影像, 研究人员能够有效地确定土地利用变化趋势。

2 高分辨率卫星遥感影像在土地利用分类中的实践策略

2.1 数据获取与预处理

1. 数据源选择。目前国内外卫星遥感技术发展成熟, 本研究中能够满足应用需求的影像数据选择较多,

尤其国产卫星遥感数据也可以提供亚米级空间解析度(成本上拥有更大的优势), 这使得我们可以清楚地看到城市和建筑的各种细节, 非常适合进行高精度的城市土地利用分类。其他如多光谱数据则以较高时间分辨率的优势(最高可实现每隔五天就可以获取所需数据)在农业监测和植被分类中展现出更优的能力。选择适当数据源既取决于要求的空间分辨率与光谱特性, 又要兼顾影像获取成本与数据可用性。实际工作中数据源的选取也需要考虑到研究区的特性。比如在一些偏远地区可能很难得到高分辨率的影像, 这时可考虑先用分辨率较低的图像做初步划分, 然后再与其他数据源一起校正细化。

2. 影像校正与配准。影像校正与配准是高分辨率卫星遥感影像预处理的关键一步, 主要包括几何校正及辐射校正两个方面。几何校正是为了消除卫星遥感影像由于卫星姿态和地球曲率引起的几何畸变以保证影像数据在空间位置上的精度^[2]。研究人员通常采用地面控制点进行图像校正, 并与现有的地理信息系统数据作比较, 以确保图像的准确性。在一个以城市扩展为研究目标的调查中, 布设若干地面控制点使图像的几何精度上升到米级, 从而使土地利用分类精度得到明显提高。辐射校正的目的是为了减少图像中由于大气和传感器属性导致的辐射误差。研究人员经常使用如“6S”模型或FLAASH算法这样的大气校正模型来对图像进行辐射修正, 目的是增强图像的光谱一致性。该修正不但有利于分类准确性的提高, 而且为之后光

谱特征提取打下基础。通过影像的辐射校正,研究人员可以更加精确地确定不同土地利用类型下的光谱特征,并在此基础上提升分类精度。

3. 影像增强与融合。影像增强与融合是高分辨率卫星遥感影像预处理的一个重要步骤,经过这一过程可提高影像可视性及信息提取能力。影像增强技术包括直方图均衡,对比度拉伸以及滤波,它们可以有效地增强图像中具体特征的可见性以提高分类效果。以城市地区遥感影像为例,直方图均衡能够显著增强建筑物与道路之间的可见性并使后续分类过程更精确。在某一特定应用场景中,研究人员通过比较增强处理前后的图像数据,观察到经过增强处理后,建筑物的识别能力提升了大约 25%,这一发现对于未来土地利用的分类工作具有至关重要的意义。

2.2 土地利用分类流程

1. 训练样本选择。适当的训练样本可以有效地提高分类模型精度,增强泛化能力。现阶段,研究人员需保证样本具有代表性与多样性,以涵盖目标区多种土地利用类型。在样本选择中,广泛的地理分布是至关重要的,样本要涉及城市用地、农业用地、林地和水体等多类型^[3]。为达到这一目的,通常使用地面实地调查和遥感数据相结合的研究手段。具体实践时,研究者可通过高分辨率遥感影像初步识别土地利用类型,然后再通过地面验证来保证所选样本的准确。另外,在样本数量上的均衡是不容忽视的。例如,某一项研究中,如果城市用地样本数远远大于农田或者森林样本数,就会使分类器偏向城市用地。这一偏差不但会影响到模型训练的效果,还会使模型对未知数据的性能有所下降。如据某土地利用分类调研项目公开数据显示,研究人员在训练样本选取上,将地面实测数据与高分辨率卫星遥感影像相结合,确保了各种土地利用方式的样本数量保持平衡,并最终选定了 1 500 个训练样本,这些样本覆盖了 10 种不同的土地利用模式。

2. 特征提取与选择。特征提取与选择作为土地利用分类流程的又一核心步骤,直接关系到模型性能与分类精度。通过对原始遥感影像进行有用特征提取,研究人员可以较好地地区分出各种土地利用类型。特征提取过程一般包括光谱、纹理、形状等相关特征提取。在遥感影像分类中,光谱特征被认为是最常见的特征之一,而不同的土地利用类型在各个波段上的反射率差异为其分类提供了关键的参考依据。以归一化植被指数为例,这一指标能够有效区分植被和非植被区域,

在农业用地分类中尤其有效。同时,纹理特征如灰度共生矩阵能够反映地表物体的空间排列和结构特征,进一步提高分类的准确性。

3. 分类器构建与训练。分类器的建立和训练在土地利用分类过程中处于核心地位,它直接决定着模型分类效果。土地利用分类可以采用几种模型算法,当前应用较为广泛的有决策树、随机森林等方法。每一种算法都有其独特的优点和适用的场景,因此选择适当的分类器对于提升分类的准确性是非常关键的。决策树由于具有易解释、易实现等特点,在初步分类任务中被广泛使用。随机森林将多棵决策树整合在一起可以有效地提高分类精度和降低过拟合风险。近些年,深度学习技术,例如卷积神经网络,由于其在图像处理领域的出色表现,已逐步被视为土地利用分类的首选方法。研究人员在进行模型训练时需要利用所选训练样本对模型参数进行不断地调整,从而使分类性能达到最佳^[4]。

4. 分类结果后处理。分类结果后处理是土地利用分类工作不可缺少的组成部分,其目的在于提高最终分类的精度与实用性。分类后的结果往往需要精细化处理才能去除分类过程中存在的噪声与误差,增强分类结果在空间上的一致性与合理性。后处理技术不仅仅局限于规则后处理,形态学处理及精度评估。通常,基于规则的后处理会借助地理信息系统(GIS)的空间分析能力,对分类的结果进行逻辑上的修正。如某地水体与城市用地不宜毗邻,如果分类结果有此现象,可通过制定相关规则加以修正。另外,研究人员可结合现有土地利用数据库使用空间邻近性和其他信息进一步提高分类结果精度。形态学处理是又一常用手段,它通过开闭运算、腐蚀与膨胀来有效地消除分类结果中孤立小区域或者噪声点,使分类结果更光滑一致。以城市土地利用研究为例,研究人员对其进行形态学处理,成功地去除孤立小建筑物、道路噪声等影响因素,其最终成果空间分布与实际情况较为吻合。

2.3 精度评估与结果分析

1. 精度评估指标。评估模型精度应用较为广泛的指标通常有总体精度以及用户精度等,同时其他如生产者精度或 Kappa 系数等也被广大学者认可采用。这些指标为研究人员提供了一个全面的分类视角,有助于识别模型在特定类别上的表现。总体精度作为评估指标中的基础要素,代表着处理分析后分类正确的像素在整个成果中占有所有像素的百分比。通过构造混淆

矩阵可直观地看出每一类间的分类,但仅靠总体精度有可能造成误判,特别是类别不均衡。例如,在一个土地利用分类的案例中,假设某一类(如城市区域)占总数据的90%,而分类器的准确度达到95%,但这并不意味着分类效果优秀,因为其可能对少数类(如农田或水体)的识别性能非常差。用户精度是将特定类别归类到该类别的像素的真实正确比例;而生产者的精度就是在真正属于某个类别的像素上正确地归类到这个类别所占的百分比。这两项指标有助于研究人员了解分类模型中不同分类之间的性能差异。Kappa系数为我们提供了一个全面的评价标准,它充分考虑了分类结果的不确定性,这对于评价模型的实际表现是非常有帮助的。以某一项土地覆盖变化监测研究为例,研究人员利用高分辨率遥感影像对其分类并利用以上精度评估指标对其进行了分析。最后的数据表明,在城市区域,用户的精度达到了92%,而生产者的精度为90%;相比之下,农田区域的用户精度为85%,生产者的精度为80%。这类数据暗示研究人员,虽然总体表现较好,但是在农田识别方面仍然有待提高。

2. 分类结果的空间分布特征分析。对分类结果进行空间分布特征分析,为人们深入了解不同土地类型空间分布格局及变化情况提供重要视角。这种分析通常是通过使用地理信息系统工具,并结合空间统计技术,来揭示分类结果的分布特性和可能的环境影响因素。具体案例分析时,研究者通过遥感影像划分特定区域土地利用类型,结果表明区域城市化进程较快,城市区域表现出明显聚集特征。通过运用空间自相关分析技术,例如莫兰指数,研究人员观察到城市用地分布呈现出明显的正相关性,这意味着高密度的城市用地区域通常与其他城市用地相邻。这种空间集聚现象与该区域的经济增长、基础设施建设和政策方向有着紧密的联系^[5]。

3. 精度影响因素分析。一是数据质量在分类精度中居于首要地位。遥感影像分辨率、光谱特性和获取时间对分类结果有显著影响,比如高分辨率的图像可以更加清楚地拍摄地表特征,特别对于城市地区以及复杂地形,可以有效地区分不同土地利用类型。反之,低分辨率影像则会使信息模糊化,使同类混淆程度加剧,进而使分类精度下降。在某项研究中,研究人员比较了不同分辨率的遥感影像对土地覆盖分类的影响,结果显示,使用10米分辨率影像的分类精度比30米分辨率影像提高了15%,这充分说明了数据分辨率的重

要性。二是特征选择同样显著影响分类结果。在进行特征选择时,光谱特征、纹理特征和地形特征的选择和结合直接影响分类算法效果。某些特征对于确定某一具体类别可能会比较灵敏,所以选择适当的特征组合非常关键。以森林和农田分类分析为例,由于森林纹理一般比较复杂,农田则比较均一,纹理特征的引入能显著提高分类精度。三是环境因素也是影响分类精度最主要的外部条件之一。气候变化、土壤类型和植被覆盖度均影响土地利用空间分布,如干旱地区植被覆盖度变化通常不大,湿润地区植被生长枯萎周期会使分类结果出现波动。

3 结论

通过本研究,高分辨率卫星遥感影像在土地利用分类中的优势得到了充分验证。研究表明,科学地选取数据源、进行影像校正与增强处理,结合高效的分类方法,可以显著提升土地利用分类的精度。同时,分类结果的精度评估和空间分布特征分析进一步验证了研究流程的可靠性,尤其是在城市用地和农业用地的识别中,达到了预期效果。此外,研究还发现,数据分辨率、特征提取的合理性以及环境因素是影响分类精度的关键因素。这些结论为进一步优化土地资源管理提供了科学依据。从宏观视角来看,高分辨率卫星遥感影像在土地资源管理、城市规划以及环境保护中具有不可替代的重要作用。随着人工智能和多源数据融合技术的不断发展,高分辨率卫星遥感影像在土地利用分类中的应用将更加智能化和高效化,为土地资源的可持续利用和科学管理开拓全新方向。

参考文献:

- [1] 郑康. 基于小样本图像增强和语义分割的高分辨率遥感影像土地利用分类方法研究[D]. 郑州: 河南大学, 2023.
- [2] 刘阳. 基于CNN与Transformer语义分割模型集成的高分辨率遥感影像土地利用分类研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2022.
- [3] 常秀红. 基于优化HRNetV2的高分辨率遥感影像土地利用自动分类及应用[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2022.
- [4] 俞浩艺. 基于高分辨率无人机遥感影像特征的不同土地利用分类方法对比研究[J]. 江西测绘, 2022(01):25-28.
- [5] 门计林. 基于卷积神经网络的高分辨率遥感影像土地利用分类[D]. 北京: 中国地质大学, 2019.