

光学遥感影像在土地利用/覆盖分类方法研究

赵丽君

中煤航测遥感集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i2.1479

[摘要] 随着遥感技术的不断发展,光学遥感影像在土地利用/覆盖分类中得到了广泛应用。本文综述了近年来光学遥感影像土地利用/覆盖分类方法的研究进展,包括传统的监督分类和非监督分类方法以及基于深度学习的分类方法。重点介绍了利用深度学习算法实现土地利用/覆盖分类的研究现状和发展趋势,并基于当前光学遥感影像土地利用/覆盖分类研究存在的问题,提出了未来研究的方向和挑战。

[关键词] 光学遥感影像; 土地利用/覆盖分类; 监督分类; 深度学习

中图分类号: TP7 **文献标识码:** A

Study of Optical Remote Sensing Images in Land Use/Cover Classification Methods

Lijun Zhao

Middling coal Aerial Survey and Remote Sensing Group Co., Ltd

[Abstract] With the continuous development of remote sensing technology, optical remote sensing images have been widely used in land use/cover classification, including traditional supervised and unsupervised classification methods and deep learning based classification methods. This paper focuses on the research status and development trend of land use/cover classification by using deep learning algorithm. Based on the existing problems in the research of land use/cover classification in optical remote sensing images, the future research direction and challenges are put forward.

[Key words] optical remote sensing images; land use/cover classification; supervised classification; deep learning

前言

土地利用/覆盖是地球表层的一种基本地理现象,对环境和经济发展具有重要意义。在土地利用/覆盖研究中,遥感技术被广泛应用,特别是光学遥感影像具有高分辨率、广覆盖和多光谱信息等特点,成为土地利用/覆盖分类的重要数据来源。土地利用/覆盖分类是将遥感影像分割成不同的地物类型,是土地利用/覆盖研究的基础和关键。

传统的土地利用/覆盖分类方法主要包括监督分类和非监督分类。监督分类方法需要人工标注训练样本,通过训练分类器来识别遥感影像中的地物类型。常用的监督分类方法有最大似然分类、决策树分类和支持向量机等。非监督分类方法则不需要标注训练样本,通过对遥感影像进行聚类分析,将像素分成不同的类别。常用的非监督分类方法有K均值聚类、ISODATA聚类和自组织映射等。近年来,随着深度学习技术的发展,基于深度学习的土地利用/覆盖分类方法逐渐成为研究热点。深度学习在图像分类、目标检测和语音识别等领域已经取得了很好的效果,因此被广泛应用于遥感影像的土地利用/覆盖分类中。常用的深度学习模型包括卷积神经网络、循环神经网络和注意力机制等。深度学习在土地利用/覆盖分类中的应用不仅提高了分类

精度,同时也能够自动提取影像特征,减少了人工干预和误差。

本研究主要围绕三个方面进行研究和阐述:其一,研究目前现有的土地利用/覆盖分类数据源选择及预处理工作;其二,传统的分类方法(监督分类与非监督分类在土地利用/覆盖上的应用研究);其三,探索深度学习在土地利用/覆盖分类方法上的潜力。

1 土地利用分类数据源与预处理

1.1 数据源选择

在进行基于光学遥感影像的土地利用/覆盖分类方法研究时,数据源的选择是至关重要的一步。合理选择数据源可以提高分类精度和准确性,对于研究结果的可信度和应用价值具有决定性的影响。遥感卫星影像具有广覆盖面和多年时间序列数据的优势,适用于大面积的土地利用/覆盖分类研究。常用的光学遥感影像有Landsat系列、MODIS、SPOT、ZY-3、高分系列、Worldview系列、QuickBird和Sentinel-2等卫星数据。

1.2 数据源预处理

由于光学遥感影像在获取过程中受到多种因素的影响,如大气、地形、传感器等,因此需要进行校正以提高数据的质量和准确性。不同卫星提供的数据需要的预处理过程不完全一样。

张家政等^[1]利用MODIS数据处理工具(MODIS Reprojection Tool, MRT)和ENVI软件对MODIS数据进行格式转换、图像镶嵌和图像裁剪等工作。

2 传统的分类方法

2.1 目视解译

目视解译是指利用人眼对图像的观察和判断,将图像中的地物类型进行划分和分类。虽然目视解译方法的分类精度和效率相对较低,但是由于其简单易用、直观可靠等优点,仍然被广泛使用。总的来说,目视解译方法虽然简单易用,但是在实际应用中需要结合专业知识和实践经验进行判断和分类,同时也需要结合其他分类方法进行综合分析和比较,以提高分类的精度和效率。

2.2 监督分类方法

2.2.1 决策树分类法

决策树分类法是建立在信息论的基础上,将复杂抽象的信息转化为易于理解的判断,利用树形结构来进行分类决策。决策树分类方法的基本思想是根据数据的属性值逐步地将数据分成不同的类别。在分类过程中,算法会根据数据的属性值构建一棵决策树,从而实现自动分类。决策树的每个节点都代表着一个属性值,而每个分支代表着该属性值的取值,树的叶子节点代表着最终的分类结果。总的来说,决策树分类法具有自动化、高效性等优点,可以提高分类精度和效率。同时,在实际应用中需要对数据进行准备和处理,选择合适的样本和特征,并对分类结果进行评价和验证,以提高分类的准确性和可靠性。

2.2.2 最大似然分类法

最大似然分类法是根据像元的光谱信息,利用统计模型对其进行分类。该方法可以将影像中的像元分为不同的地物类型,如水体、森林、耕地等。在过去的几十年中,最大似然分类法已经得到了广泛的研究和应用,其效果也被证明比较优秀。总的来说,最大似然分类法的优点是可以利用影像中的光谱信息对像元进行分类,且具有较高的分类精度。同时,该方法还可以对多波段数据进行分类,适用于复杂地物类型的分类。不过,最大似然分类法也存在一些缺点,如对样本数据的要求较高,需要较为精确的地物信息,同时在某些情况下容易出现误分类现象。

2.2.3 支持向量机分类法

支持向量机(Support Vector Machine, SVM)是一种基于统计学习理论的分类方法,近年来被广泛应用于光学遥感影像土地利用/覆盖分类领域。SVM分类方法的优点在于具有较高的分类准确率和鲁棒性,并且可以有效处理高维数据和小样本数据。此外,SVM还可以使用核函数将非线性分类问题转化为线性分类问题,从而提高分类器的性能。然而,SVM分类方法也存在一些缺点,例如计算复杂度高、对参数敏感等。

2.2.4 随机森林

随机森林(Random Forest, RF)是一种集成学习方法,通过构建多个决策树并组合它们的结果来进行分类。随机森林分类方法的优点在于具有较高的分类准确率、鲁棒性和可解释性,

并且能够处理高维数据和存在噪声的数据。此外,随机森林还能够输出特征的重要性,帮助用户进行特征选择和数据可视化。然而,随机森林分类方法也存在一些缺点,例如计算复杂度较高、需要调节的参数较多等。

2.3 非监督分类方法

非监督分类是一种基于统计学原理的遥感图像分类方法,它不需要事先指定类别标签或训练样本,而是通过对遥感图像的像元进行聚类来实现分类。常用的非监督分类方法包括聚类分析、最大似然聚类和自组织特征映射等。聚类分析是一种基于相似度的非监督分类方法,它通过对遥感图像像元进行聚类,将相似的像元分配到同一个类别中;最大似然聚类是一种基于概率的非监督分类方法,它通过对遥感图像像元的分布进行建模,利用最大似然估计方法来确定像元的类别;自组织特征映射是一种基于神经网络的非监督分类方法,它通过将遥感图像像元映射到一个低维的特征空间中,并将像元分配到最接近的特征向量所代表的类别中。

2.4 深度学习的方法

2.4.1 BP神经网络分类法

反向传播(Back Propagation, BP)神经网络,也称为误差反向传播神经网络,是一种有监督学习的神经网络模型^[2]。其基本思想是通过反向传播误差来调整神经网络的权重和偏置,从而实现分类的目的。

神经网络以数据为驱动,通过自动提取遥感影像中的高层语义特征来识别目标物的能力得到了广泛的应用。神经网络于其他统计分类方法相比没有对数据的分布特征有任何假设限制,神经网络是非线性的,对特征空间较为复杂的影像数据分类时表现效果比传统分类方法更优。

2.4.2 空-谱结合的分类算法

空-谱结合的分类算法是一种在光学遥感影像分类中广泛应用的深度学习的方法。该算法通过将空间信息和光谱信息相结合,利用神经网络进行特征提取和分类,提高了分类的准确性和鲁棒性。空-谱结合的分类算法的核心思想是利用卷积神经网络(CNN)同时对光谱信息和空间信息进行特征提取,从而得到更加精细的分类结果。光学遥感影像中的每个像素都有其特定的光谱信息和位置信息。因此,将光谱信息和空间信息相结合可以充分利用这两种信息的优点,提高分类的准确性^[3]。

空-谱结合的分类算法在土地利用/覆盖分类中已经得到了广泛应用,具有较高的准确性和鲁棒性。例如,研究人员曾利用该算法对中国某地区进行土地利用分类,并取得了很好的分类效果。同时,该算法也被广泛应用于城市土地利用和林地覆盖等领域。

3 土地利用分类方法综合分析

随着遥感技术的不断发展和进步,基于光学遥感影像的土地利用/覆盖分类方法也得到了长足的发展。目前,已经出现了许多不同的土地利用分类方法,其中每种方法都有其独特的优点和适用范围。

目视解译方法是最早被使用的土地利用分类方法之一。它依靠人工对遥感影像进行视觉判读,对不同的土地利用类型进行分类。这种方法可以有效地利用专家知识和经验,对复杂的土地利用类型进行分类,但是其主观性较强,分类结果容易受到主观因素的影响。

监督分类利用计算机自动分类,计算效率远高于目视解译方法,适用于大范围的研究区域,是目前遥感影像信息提取普及率较高的方法之一。其中,决策树分类法可以充分利用多个变量之间的关系,提高分类的准确性,同时还可以自动选择最重要的特征进行分类。但是决策树分类法需要较大的样本数据支持,且分类精度受到数据质量和特征选择的影响;最大似然分类法通过最大化样本数据的似然函数来确定每个类别的概率密度函数,然后根据贝叶斯公式对新的数据进行分类。这种方法适用于样本数据较少的情况,可以有效地处理噪声和异常值,但是分类精度受到数据质量和模型参数的影响;支持向量机分类法是通过构建一个最优超平面将不同类别的样本分开。这种方法可以克服样本数据维度高和样本数量少的问题,同时还可以通过核函数将低维数据映射到高维空间进行分类。但是支持向量机分类法需要进行大量的计算,分类效率较低;随机森林分类法是通过构建多个随机决策树来进行分类。这种方法可以避免决策树分类法的过拟合问题,同时还可以处理大量的样本数据和特征变量。

综合以上介绍的不同土地利用分类方法,可以发现每种方法都有其适用的场景和优势。传统的方法如最大似然分类法和决策树分类法适用于小范围的土地利用分类,对于大范围、复杂的分类问题表现欠佳。而支持向量机分类法和随机森林分类法在处理大量数据时表现更好,但对于复杂场景的分类需要更多的训练和参数调整。

深度学习方法在土地利用分类中也有着广泛的应用,特别

是基于卷积神经网络的方法能够从大量的光学遥感影像中提取出高级别的特征。与其他方法相比,深度学习方法可以自适应地学习特征,并且在复杂场景中表现更好。空-谱结合的分类算法结合了遥感图像的空间和光谱信息,可以更好地表达地物的形状和纹理信息,提高了分类精度。

4 结论与展望

光学遥感影像在土地利用/覆盖分类方法中具有重要作用,因为它能够提供高分辨率的空间和光谱信息,以区分不同类型的土地利用和覆盖。通过利用光学遥感影像进行土地利用/覆盖分类,可以为土地资源管理、环境保护和城市规划等领域提供有用的信息支持。

在土地利用/覆盖分类方法的研究中,近年来越来越多的研究采用机器学习方法进行分类,如深度学习和卷积神经网络等。这些方法在处理大规模遥感影像时具有高效和准确的优势。此外,结合多源数据进行分类也成为当前研究的一个趋势,例如融合遥感数据和地面数据等。随着遥感技术和数据处理技术的不断发展,土地利用/覆盖分类方法将会得到更加深入和广泛的研究。

【参考文献】

- [1] 张家政,李崇贵,王涛.黄土高原植被覆盖时空变化及原因[J].水土保持研究,2022,29(01):224-230+241.
- [2] 贾文翰,刘越岩.基于卷积神经网络的高分遥感影像内陆盐沼湿地信息提取[J].测绘通报,2021,(06):89-92.
- [3] 冯齐心,杨辽,王伟胜,等.基于时序光谱重构的卷积神经网络遥感农作物分类[J].中国科学院大学学报,2020,37(05):619-628.

作者简介:

赵丽君(1981--),女,汉族,陕西人,工程硕士,高级工程师,武汉大学,中煤航测遥感集团有限公司,研究方向:测绘工程。