DOI：10.13203/j.whugis20260222 文章编号：1671-8860(2026)07-1511-01

类别层次结构引导的高光谱遥感影像精细分类方法研究

金垚 武汉大学测绘遥感信息工程全国重点实验室，湖北 武汉，430079

Research on Fine-Grained Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images Guided by Hierarchical Category Structure

JIN Yao State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China

中图分类号：P237 文献标识码：D

随着遥感应用对识别精度和语义粒度要求的不断提高，高光谱影像分类正由粗粒度识别向细粒度分类发展。然而，在类别差异细微的场景下，传统分类方法难以有效刻画类别本质差异。类别层次结构能够反映类别间的语义关联，并为分解细粒度分类任务提供有效依据。因此，充分挖掘和利用类别层次结构，对于提升高光谱影像细粒度分类性能具有重要意义。

基于上述研究背景，该文针对高光谱影像分类中层次信息难以引入、层次结构表达失真、层次分类策略受限以及层次语义理解不足等关键问题，系统开展了高光谱影像层次分类方法研究。主要研究内容和创新点如下：

1）针对高光谱影像分类中现有深度学习方法普遍在统一的特征表示空间中对所有类别进行整体建模与判别，难以显式建模类别间层次关系的问题，提出了基于伪标签引导的高光谱遥感层次分类方法。该方法通过迭代生成高置信度伪标签，缓解有限样本条件下层次结构学习受限的问题，并构建多分支层次分类网络以实现粗细粒度协同学习。同时引入层级约束机制，将类别层次关系显式融入模型优化过程，从而实现层级语义关系的稳定建模，提升了有限样本条件下的细粒度分类性能。

2）针对高光谱影像分类中欧氏特征空间难以准确表达层次结构中的节点层级距离，从而引发的层次结构表达失真问题，提出了基于多特征空间的高光谱遥感层次分类方法。该方法通过层次结构挖掘模块自动获取高光谱数据的潜在类别层级关系，摆脱对人工先验的依赖。在此基础上，构建多特征空间分类网络，通过多尺度与多表征信息融合来提升细粒度判别能力。同时引入参数继承机制，实现层级间的知识迁移与信息共享，从而增强层次结构建模的稳定性与一致性。

3）针对层次分类任务中现有层次分类策略在局部判别与全局一致性之间难以平衡的问题，提出了基于级联协同机制的高光谱树种层次分类方法。该方法构建基于植物分类体系的级联多层分类器，在增强局部类别判别能力的同时保持整体层级语义约束。进一步通过层级一致性约束与分阶段协同优化机制，实现多层级分类结果的稳定联合建模。同时结合归一化植被指数引导的稀疏注意机制，降低复杂背景对树种识别的干扰，从而提升细粒度树种分类的稳定性与鲁棒性。

4）针对现有层次分类方法主要依赖标签层次约束，模型对层次结构多停留在被动拟合层面，难以理解层次形成内在语义逻辑的问题，提出了基于语义知识增强的高光谱树种层次分类方法。该方法引入植物学语义先验信息，构建树种层次语义知识体系，为层级关系建模提供外部知识支撑。在此基础上，设计语义引导的光谱特征增强与层级语义协同建模机制，实现语义知识与层次结构学习的有效结合，从而在保持层级一致性的同时提升模型的可解释性与细粒度判别能力。

作者简介：金垚，2026年6月毕业于武汉大学（指导教师：武辰教授），研究方向为高光谱遥感智能解译。jy13476021522@163.com

引文格式：JIN Yao.Research on Fine-Grained Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images Guided by Hierarchical Category Structure[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2026, 51(7): 1511. DOI:10.13203/j.whugis20260222.（金垚. 类别层次结构引导的高光谱遥感影像精细分类方法研究[J]. 武汉大学学报（信息科学版），2026, 51(7): 1511. DOI:10.13203/j.whugis20260222.）