

2025年度陕西省自然科学奖拟提名项目公示

一、项目名称

基于图网络的高光谱遥感影像空-谱特征提取与分类方法研究

二、拟提名者

中共陕西省委军民融合发展委员会办公室

三、申报奖项

2025 年度陕西省自然科学奖

四、基本信息

主要完成人：张志利、丁遥、赵晓枫、黄世奇、

主要完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学、广州商学院

五、项目简介

高光谱遥感影像蕴含丰富的空-谱信息，如何从中提取有用且具有表现力的特征，是遥感研究者关注的核心问题。高光谱影像处理主要包括分类识别、光谱解混、端元提取、异常检测和降维压缩等任务。其中，高光谱影像分类旨在提取并分析影像的空-谱信息，区分不同地物类别，为每个像素赋予特定的类别标签。作为高光谱遥感众多应用的基础，精准的影像分类与识别有助于更准确地描述地物特征和属性，从而更好地服务于伪装识别、环境监测、土地利用、交通规划管理、农作物估产和工程勘测等领域。该技术能显著提升作战效率并降低战争成本，在现代战争中地位举足轻重。以近期的俄乌、印巴、伊以冲突为例，双方均认识到高精度遥感影像处理对获取敌方军事部署动态的重要性。然而，高光谱影像自身特殊的数据特点，使其分类面临着光谱数据冗余、同物异谱、异物同谱、混合像素干扰和标签样本不足等问题。因此，深入研究高光谱影像分类理论与方法势在必行。传统深度学习方法因算力消耗大、语义相关特征表达能力弱、标签数据要求高、噪声鲁棒性较差等局限，难以满足少样本条件下的高精度分类需求。图神经网络作为一种半监督框架，能对非欧几里德数据执行卷积运算，将高光谱影像转换为图数据并进行处理，展现出广阔前景。但针对高光谱影像的具体特征，在图网络应用过程中，如何实现**鲁棒的特征提取机制**、探索**轻量化设计规律**以及**拓展模型的适应性认识**，是实现图网络高精度高光谱影像分类的关键。这既是亟待解决的重大工程问题，也是极具挑战性的科学难题。

项目组在 3 项国家自然科学基金面上项目等项目持续 10 余年的支持下，针对图神经网络在高光谱影像分类中遇到的实际问题进行研究，综合数学知识、人工智能方法、遥感领域知识等，凝练出关键科学问题：基于图网络的高光谱遥感影像空-谱特征提取与分类方法研究，针对鲁棒性特征提取、轻量化设计和拓展适应性等高光谱影像处理领域的挑战性难题，从图像预处理、模型特征提取、模型训练等环节，开展了深入研

究工作，形成了一套完整的理论体系，取得了系统性创新成果，主要发现点为：

（1）建立了高光谱影像空-谱特征预处理以及图的构建理论与方法。针对高光谱影像预处理及图的构建问题，建立了超像素影像预处理、光谱特征自动特征提取、图自适应构建、多源网络融合机制等高光谱影像特征提取的一般性模型，揭示了高光谱影像特征提取和图构建的一般性规律，攻克了高光谱影像空-谱提取特征与降低计算复杂度之间的矛盾难题，有效的提高了分类精度，为基于图网络的高光谱影像高精度聚类开辟了道路，推动了算法的实用化进程。

（2）建立了图网络滤波器、聚合器鲁棒性设计与自适应融合理论与方法。针对图网络滤波器与聚合器的鲁棒性设计及自适应融合问题，本研究提出了自适应滤波器技术、多聚合器融合技术以及自适应滤波器-聚合器融合技术的一般性模型，揭示了图网络滤波器与聚合器设计的内在规律，解决了自适应滤波器与聚合器融合的难题。该模型显著简化了计算过程，提升了图网络的特征提取能力与鲁棒性，为图网络基础模型的理论创新提供支撑，并有效提高了基于图网络的高光谱影像分类精度。

（3）建立了智能自学习高光谱影像特征提取和自监督网络训练理论与方法。针对现有高光谱影像分类方法对训练标签数据的依赖问题，本研究构建了智能自学习高光谱影像特征提取与自监督网络训练的通用框架，提出智能自学习特征提取和智能自监督网络训练两项关键技术并验证了其有效性。该方法实现了算法的自监督特征学习与分类，成功解决了无标签条件下大规模高光谱影像的高精度分类难题，为设计基于图网络的高精度大规模高光谱影像自监督分类方法提供了参考，显著推进了高光谱影像分类方法的实用化进程。

六、代表性论文专著目录

(不超过 8 条。其中代表性论文不超过 5 篇，代表性专著不超过 3 部)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间 (年月日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	知识产权是否归国内所有
1	Multireceptive field: An adaptive path aggregation graph neural framework for hyperspectral image classification	Expert Systems with Applications	张志利; 丁遥; 赵晓枫; 李思冶; 阳能军; 蔡耀明; 战盈	2023 年 217 卷 119508 页	2023 年 5 月 1 日	丁遥	张志利	张志利; 丁遥; 赵晓枫; 李思冶; 阳能军; 蔡耀明; 战盈	78	Web of Science	是
2	多尺度理论与遥感图像处理及应用	科学出版社	黄世奇; 张欧亚; 王艺婷; 张玉成	2023 年	2023 年 4 月	黄世奇	黄世奇	黄世奇; 张欧亚; 王艺婷; 张	无	无	是

								玉成			
3	Semi-supervised locality preserving dense graph neural network with ARMA filters and context-aware learning for hyperspectral image classification	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	丁遥; 赵晓枫; 张志利; 蔡伟; 阳能军; 战盈	2022 年 60 卷 1-12 页	2021 年 8 月 4 日	赵晓枫	丁遥	丁遥; 赵晓枫; 张志利; 蔡伟; 阳能军; 战盈	132	Web of Science	是
4	AF2GNN: Graph convolution with adaptive filters and aggregator fusion for hyperspectral image classification	Information Sciences	丁遥; 张志利; 赵晓枫; 洪丹枫; 李伟; 蔡伟; 战盈	2022 年 602 卷 201-209 页	2022 年 4 月 26 日	张志利	丁遥	丁遥; 张志利; 赵晓枫; 洪丹枫; 李伟; 蔡伟; 战盈	90	Web of Science	是

5	高光谱遥感图像处理与应用	科学出版社	刘代志; 黄世奇; 王艺婷; 刘志刚; 王百合	2016 年	2016 年 9 月	刘代志; 黄世奇	刘代志; 黄世奇	刘代志; 黄世奇; 王艺婷; 刘志刚; 王百合	无	无	是
6	Unsupervised Self-Correlated Learning Smoothy Enhanced Locality Preserving Graph Convolution Embedding Clustering for Hyperspectral Images	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	丁遥; 张志利; 赵晓枫; 蔡伟; 阳能军; 胡豪杰; 黄先祥; 曹源; 蔡尉尉	2022 年 60 卷 1-16 页	2022 年 8 月 29 日	张志利	丁遥	丁遥; 张志利; 赵晓枫; 蔡伟; 阳能军; 胡豪杰; 黄先祥; 曹源; 蔡尉尉	76	Web of Science	是
7	Self-Supervised Locality Preserving Low-Pass Graph Convolutional	IEEE Transaction s on Geoscience and Remote	丁遥; 张志利; 赵晓枫; 蔡耀	2022 年 60 卷 1-16 页	2022 年 8 月 16	张志利	丁遥	丁遥; 张志利; 赵	82	Web of Science	是

	Embedding for Large-Scale Hyperspectral Image Clustering	Sensing	明; 李思 冶; 邓飙		日			晓枫; 蔡耀 明; 李 思冶; 邓飙			
合 计									458		
补充说明 (视情填写):											

