**项目公示信息**

项目名称：高分辨率影像特征聚类及智能解译的理论与方法

完成单位：陕西科技大学、西安理工大学、西安邮电大学

完成人：雷涛、吕志勇、何立风、李淑英、加小红

项目简介：

高分辨率影像是对场景细节视觉再现的重要手段，相比中低分辨率影像，其在展现场景目标结构、形状和纹理等空间细节信息方面更具优势。基于高分辨率影像的对地观测系统是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》确定的16个重大专项之一，据此，研究面向高分辨率影像的特征聚类及智能解译理论与方法对保障国家安全、防灾减灾、环境监测等重大战略需求具有重要意义。

当前，高分辨率影像特征聚类及智能解译面临影像空间结构复杂、影像表征困难，解译精度低等问题，相关研究已经成为当前信息技术领域急需解决的热点和难点问题。本项目在5项国家自然科学基金的联合资助下，通过十余年的努力，围绕高分辨率影像特征聚类及智能解译，从多尺度特征描述、空谱特征协同、语义特征增强三个方面展开研究，发现了视觉感知系统对图像理解的多尺度规律，揭示了影像像素、区域及内容之间的作用机理，构建了面向高分辨率影像多层次理解的一般数学模型。主要科学发现点包括：

1. 在高分辨率影像空间结构描述方面，发现了图像空间尺度与特征表达之间的内在关联，揭示了图像多尺度特征的数学描述机理，建立了基于梯度重建的图像轮廓分层表征模型，证明了结构元素尺度变化下图像梯度重建结果具有单调性和收敛性，为高分辨影像快速解译奠定了理论基础。
2. 在高分辨率影像特征聚类方面，揭示了图像的空间结构信息与谱特征之间的协同机理，构建了面向高分辨率图像的空谱特征聚类框架，为高分辨率影像精准解译奠定了理论基础。
3. 在高分辨率影像细粒度解译方面，提出了图像分层语义表征框架下的尺度空间特征融合方法，揭示了分层语义表征与尺度特征融合之间的内在关联，为高分辨率影像细粒度解译奠定了理论基础。

该项目的8篇代表性论文均发表在国际权威期刊上，包括6篇IEEE 期刊论文，1篇ESI高被引论文，Web of Science核心集引用441次，他引409次，单篇最高引用140次，他引131次，3篇论文自发表以来长期入选Top downloads in IEEE Xplore，其中代表性论文1在2019年6月至9月连续排第1名，代表性论文3自2020年12月至今一直排第1名。代表性论文1在2018年IEEE Transactions on Fuzzy Systems 发表的320篇论文中引用排名第8；代表性论文2在2017年Pattern Recognition 发表的424篇论文中引用排名第18；代表性论文4在2019年IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 发表的391篇论文中引用排名第5。

该项目的8篇代表性论文得到20余位来自中国和欧美等国的院士、IEEE/SPIE/IAPR Fellow的认可及正面评价。美国国家工程院院士、麻省理工学院Dick K.P. Yue教授，IEEE Fellow、IEEE-TGRS主编Antonio Plaza教授，威尔士科学院院士、亚伯大学副校长Qiang Shen教授等专家评价所提出的方法“it is fast”、“has a good performance”、“stronger generalization capacity and better robustness”。该项目的相关技术已经被应用到自然资源部地表勘测中，显著提升了对地观测系统中的土地变化检测分析精度，为国家重大战略需求做出了有益贡献。项目组成员中1人获陕西省杰出青年基金资助，2人分别入选陕西省百人、青年百人计划。

项目第一完成人入选2017年陕西省青年百人计划，2021年获陕西省杰出青年基金资助，是CCF、IEEE高级会员，担任Frontiers in Signal Processing副编辑、Remote Sensing编委、IEEE J-STARS客座编辑、《智能系统学报》助理编委，第16届神经计算、模糊系统与知识发现国际会议大会共同主席。

主要知识产权目录(8篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

**主要论文专著目录（限8条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 通讯作者 | 第一作者 |
| 1 | Signiﬁcantly fast and robust fuzzy c-means clustering algorithm based on morphological  reconstruction and membership filtering | IEEE Transactions on Fuzzy Systems | 雷涛，加小红，张艳宁，何立风，HongYing Meng，Asoke K. Nandi | 2018年26卷3027-3041页 | 2018.10 | 雷涛 | 雷涛 |
| 2 | The connected-component labeling problem: A review of state-of-the-art algorithms | Pattern Recognition | 何立风，任喜伟，高启航，赵晓，姚斌 | 2017年70卷  25-43页 | 2017.10 | 何立风 | 何立风 |
| 3 | Superpixel-based fast fuzzy c-means clustering algorithms for color image segmentation | IEEE Transactions on Fuzzy Systems | 雷涛，加小红，张艳宁，刘侍刚， HongYing Meng，Asoke K. Nandi | 2019年27卷1753-1766页 | 2019.09 | 雷涛 | 雷涛 |
| 4 | Landslide inventory mapping from bitemporal images using deep convolution network | IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters | 雷涛，张宇啸，吕志勇，李淑英，刘侍刚， Asoke K. Nandi | 2019年16卷  163-170页 | 2019.06 | 李淑英 | 雷涛 |
| 5 | Novel adaptive histogram trend similarity approach for land cover change Detection by using bitemporal very-high-resolution remote sensing images | IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing | 吕志勇，刘统飞，张鹏林， Jón Atli Benediktsson | 2019年57卷  9554-9574页 | 2019.12 | 吕志勇 | 吕志勇 |
| 6 | Landslide inventory mapping from bitemporal high-resolution remote sensing images using change detection and multiscale segmentation | IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing | 吕志勇，WenShi Zhong，张效康， Jón Atli Benediktsson | 2018年11卷  1520-1532页 | 2018.03 | 吕志勇 | 吕志勇 |
| 7 | Adaptive morphological reconstruction for seeded image segmentation | IEEE Transactions on Image Processing | 雷涛，加小红，刘同亮，刘侍刚， HongYing Meng， Asoke K. Nandi | 2019年28卷  5510-5523页 | 2019.11 | 雷涛 | 雷涛 |
| 8 | Unsupervised change detection using fast fuzzy clustering for landslide mapping from very high-resolution images | Remote Sensing | 雷涛，薛丁华，吕志勇，李淑英，张艳宁， Asoke K. Nandi | 2018年10卷  1381-1823页 | 2018.08 | 李淑英 | 雷涛 |