



## 遥感图像处理中的深度学习专题简介

徐丰<sup>1\*</sup>, 胡程<sup>2</sup>, 李军<sup>3</sup>, Antonio PLAZA<sup>4</sup>, Mihai DATCU<sup>5</sup>

1. 复旦大学信息科学与工程学院, 上海 200433, 中国

2. 北京理工大学信息与电子学院, 北京 10081, 中国

3. 中山大学地理科学与规划学院, 广东 510275, 中国

4. Hyperspectral Computing Laboratory, Department of Technology of Computers and Communications, Escuela Politecnica, University of Extremadura, Cáceres E-10071, Spain

5. Remote Sensing Technology Institute, German Aerospace Center, Göttingen D-51147, Germany

\* 通信作者. E-mail: fengxu@fudan.edu.cn

深度学习是一种非常适用于大数据应用的新兴技术. 在对地观测领域, 由大量在轨卫星获取的海量遥感数据, 使其成为数据驱动应用的典范. 过去几年来, 遥感图像处理相关的深度学习研究快速增长, 包括高光谱遥感图像、合成孔径雷达 (SAR) 图像等处理、分类、参数反演及目标检测识别. 除了遥感数据的高分辨率、高维度和大尺寸之外, 该领域还存在一些特殊的挑战, 如不同传感器及其不同工作模式的复杂性和特殊性, 隐含在遥感数据中的独特物理属性, 信息反演的物理原理等. 为了促进这一领域的研究, *SCIENCE CHINA Information Sciences* 在 2020 年 63 卷第 4 期组织出版了“Special Focus on Deep Learning in Remote Sensing Image Processing”(遥感图像处理中的深度学习专题), 介绍了相关研究进展. 专题共收录了 7 篇文章.

高空间分辨率和高时间分辨率是遥感图像不可兼得的一对矛盾, 时空融合技术将高时间分辨率、低空间分辨率的数据和高空间分辨率、低时间分辨率的数据融合, 得到高时空分辨率的图像. Li 等人的评述“Spatio-temporal fusion for remote sensing data: an overview and new benchmark”提供了一组标准数据集, 并回顾了该领域的部分代表性技术, 对比了它们在标准数据集上的性能. Li 等人的论文“A new sensor bias-driven spatio-temporal fusion model based on convolutional neural networks”提出了一种针对不同传感器之间的空时融合方法, 解决传统方法中不同传感器之间的光谱和空间失真问题.

深度学习在 SAR 遥感领域应用的一个主要制约因素在于训练样本少, Hou 等人的论文“FUSAR-Ship: building a high-resolution SAR-AIS matchup dataset of Gaofen-3 for ship detection and recognition”构建了我国高分三号雷达卫星的船只检测与识别 FUSAR-Ship 数据集, 采用 126 景高分辨率高分三号 SAR 图像与对应的船只自动识别系统 AIS 真值数据进行匹配, 获得 6000 多张带船只信息标注的 SAR 图像切片数据集, 可为 SAR 船只检测识别算法的研究提供测试验证数据.

雷达遥感还促进了大尺度动物迁飞监测等生态研究. Cui 等人论文的“Deep-learning-based extraction of the animal migration patterns from weather radar images”采用卷积神经网络对天气雷达数据进行分类和分割以提取生物信息, 通过对大量天气雷达数据的分析, 部分揭示了空中生物迁飞强度和速度等生态规律.

引用格式: 徐丰, 胡程, 李军, 等. 遥感图像处理中的深度学习专题简介. 中国科学: 信息科学, 2020, 50: 619–620, doi: 10.1360/SSI-2020-0036

He 等人的论文 “Hybrid first and second order attention Unet for building segmentation in remote sensing images” 研究了光学遥感影像中建筑物与分割的问题, 提出了混合一阶二阶注意的卷积网络方法, 能利用不同通道之间的内积特征, 并在三组测试数据集上进行了性能验证.

高光谱图像样本不足的问题限制了高光谱图像分类的效果. Liu 等人的论文 “Cascade conditional generative adversarial nets for spatial-spectral hyperspectral sample generation” 提出了一种级联网络 C<sup>2</sup>GAN, 从高光谱图像中生成包含详细空间光谱信息的样本, 以补充训练样本.

卫星视频处理是一个新兴课题, Gu 等人的论文 “Deep feature extraction and motion representation for satellite video scene classification” 提出一种两阶段卫星视频分类方法, 分别提取图像空域特征和目标时域运动特征, 将两者融合在吉林一号等卫星视频数据中以实现 8 种场景的分类.