

一种基于时序 SAR 影像幅度和相干特性的 Res-UNet 城市变化检测方法

陈鹏^{1,2,3} 赵卿^{1,2,3,*} 唐茂川^{1,2,3}

1 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200241;

2 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241;

3 自然灾害时空大数据分析与应用重点实验室;

变化检测是根据不同时期的遥感数据, 定量分析并确定地表变化的特征及过程, 在灾害动态检测与城市规划等领域应用非常广泛[1]。随着全球化的影响, 利用遥感影像监测城市变化变得越来越重要。在遥感影像中, 合成孔径雷达 (SAR) 影像不受太阳光照和大气条件的影响[2], 因此在本研究中, 我们使用 SAR 影像, 这些影像是变化检测中有用信息的来源。然而, 斑点噪声是 SAR 影像固有的问题。它极大地影响了 SAR 影像变化检测的性能。基于此, 本文提出一种基于 Res-UNet 深度学习的变化检测方法, 其中的残差块可以避免因网络的加深而导致梯度消失和梯度爆炸问题[3], 并且编码和解码结构可以提高对不同级别噪声的鲁棒性。

本研究使用覆盖上海的高分辨率 TerraSAR-X (TSX) 时间序列影像。TSX 数据集的采集时间为 2015 年 10 月 16 日至 2016 年 8 月 19 日。在训练网络前, 我们需要对 SAR 影像进行预处理以获取幅度信息和相干信息。幅度信息是通过单视复数 (SLC) 影像辐射校正、多视处理、地理编码等预处理获取, 相干信息是对 SLC 影像进行干涉测量并计算干涉图的相干值得到的。利用 Res-UNet 对预处理后的数据进行特征提取, 并不断迭代训练得到最优参数。Res-UNet 模型主要由编码器和解码器两部分组成, 左半部分为下采样部分, 类似于编码过程, 其是由带有残差结构的四个连续卷积块组成, 每一个卷积块紧跟着一个 2×2 的最大池化层, 用于从图像中提取不同层次的特征; 右半部分是上采样部分, 类似于解码过程, 通过多层反卷积将图像还原到初始大小。同时, Res-UNet 采用了跳跃连接的策略, 对下采样部分与上采样部分同一深度在通道维度上进行拼接融合, 有效地将下采样过程中提取到的各层次特征与后续上采样过程进行融合, 增加了信息量, 这在一定程度上减少了因下采样过程使用池化层对图像降维所引起的图像局部信息损失的影响[4]。最后, 使用 1×1 的卷积模块和 sigmoid 激活函数将输出值介于 0 和 1 之间。

我们对基于幅度信息和相干信息的 Res-UNet 模型进行精度评价, 结果表明, 该方法在城市变化检测中具有可靠性并且优越于其他先进的变化检测方法, 其准确率 (Precision)、召回率 (Recall)、F1 值、总体精度 (Accuracy) 分别达到了 84.3%、76.6%、80.2%、99.7%。