DOI:10.13203/j.whugis20240447 文章编号:1671-8860(2025)03-0615-01

弱样本条件下的高分辨率建成区变化检测方法研究

曹银霞 中国科学院地理科学与资源研究所地理信息科学与技术全国重点实验室,北京,100101

Research on High-Resolution Built-Up Area Change Detection Method with Weak Labels

CAO Yinxia State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

中图分类号:P237 文献标识码:D

建成区是人类活动的重要场所,受到人口增长和社会经济发展的影响,展现出多种变化,如新增、拆除和重建。准确地获取建成区的变化信息,尤其是在较高的空间分辨率下,对可持续的城市发展和生态环境保护有着重要意义。然而,常用的全监督变化检测方法严重依赖大量高质量的像素级样本,这些样本通常具有较高的获取代价。对此,引入3种弱样本,即无样本、图像级样本(一张图像对应一个标签)和众源样本,开展高分辨率建成区变化检测方法研究。采用资源三号高分辨率多视角卫星,制作了对应3种弱样本的变化检测数据集,用于训练和测试。主要研究内容和结论如下:

1)提出了平面和垂直特征融合的无监督建成区变化检测方法。在无样本场景下,传统方法依赖人工设计特征,而这些特征通常仅从空间或时间维度出发,较难全面描述建成区。针对这一问题,提出了平面和垂直特征融合的策略。此外,引入多时序影像(每年一景),设计了面向对象的时序改正算法,获取到时空一致的多时序特征。并提出了基于二阶差分的多时序变化检测方法,实现了自动的建成区变化区域及变化时间检测。实验结果表明,所提方法在建成区变化区域检测上获取到约90%的$F1$值,在变化时间检测上达到了约92%的总体精度(一年容忍度匹配)。实例说明,所提方法有潜力应用于建成区的自动监测。

2)提出了多尺度特征融合的图像级监督建成区变化检测方法。在图像级样本场景下,针对现有的图像级语义分割方法通常依赖单尺度的深层特征,未充分利用建成区的多尺度特性的问题,提出多尺度类激活图算法,获取到像素级建成区伪标签,并对该伪标签进行在线噪声改正,以稳健地训练建筑提取网络。该网络被迁移到多时序影像上以生成变化伪标签,用于优化建成区变化检测网络。实验结果显示,所提方法在建成区变化检测上达到了78.6%(上海)和82.4%(北京)的$F1$值,与常用的分类后比较方法相比,分别提升了14.0%和11.4%。实例说明,所提方法能够较好地利用图像级样本实现像素级的建成区变化检测,有潜力应用于像素级样本有限的场景。

3)提出了全层特征融合的众源监督建筑变化检测方法。首先,在众源样本场景下,针对来自高德地图的众源样本包含噪声、极易降低网络的泛化性能的问题,提出了噪声稳健的网络训练策略,以优化建筑提取网络参数。然后,将该参数迁移至多时序影像,生成可靠的变化伪标签,以优化全层特征融合的建筑变化检测网络。实验结果表明,所提方法在建筑变化检测上获取到78.3%(上海)和81.7%(北京)的$F1$值,与常用的变化向量法相比,分别提升了16.1%和13.6%。实例说明,众源样本能够缓解参考样本获取代价较高的问题,有潜力应用于参考样本有限或者完全缺乏的场景。

作者简介:曹银霞,2023年6月毕业于武汉大学,获工学博士学位(指导教师:黄昕教授),研究方向为高分辨率立体卫星智能处理、建筑二三维检测与变化检测、弱监督学习。yinxcao@163.com

引文格式:CAO Yinxia.Research on High-Resolution Built-Up Area Change Detection Method with Weak Labels[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2025,50(3):615.DOI:10.13203/j.whugis20240447.(曹银霞.弱样本条件下的高分辨率建成区变化检测方法研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2025,50(3):615.DOI:10.13203/j.whugis20240447.)