

机器学习算法助力洪水监测：基于网络图像的水位精准估算 MDPI GeoHazards

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35668.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

机器学习算法助力洪水监测：基于网络图像的水位精准估算 MDPI

GeoHazards。论文标题：Assessment of a Machine Learning Algorithm Using Web Images for Flood Detection and Water Level Estimates

原文链接：<https://www.mdpi.com/2624-795X/4/4/25>

期刊名：GeoHazards

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/geohazards>

研究背景

洪水灾害是全球范围内造成经济损失最严重的自然灾害，占全球自然灾害损失的71%，在1995至2015年间影响了约30亿人的生活。准确监测洪水范围、强度和水位对于保护人民生命财产安全、评估灾害损失以及制定减灾策略至关重要。然而，现有的水文模型和遥感技术在时空分辨率方面仍存在局限——水文模型难以准确模拟城市区域的洪水演变过程，而遥感数据则受限于采集频率和天气条件（如云层遮挡）。本文旨在解决如何利用广泛分布的网络摄像头图像结合机器学习算法，实现高精度、高时空分辨率的洪水监测和水位估算问题。

研究内容

本研究评估了一种基于深度卷积神经网络(D-CNN)和图像分割技术的机器学习算法，该算法能够利用网络摄像头图像检测洪水存在并估算水位高度。算法核心采用DeepLab (v3)网络架构，先在COCO-Stuff数据集上进行预训练，再使用LAGO数据集的水/非水二元语义分割图像进行微调。研究团队通过两个关键实验验证算法性能：首先，将算法估算的水位时间序列与美国地质调查局(USGS)两个站点（弗吉尼亚州弗吉尼亚海滩和俄亥俄州卡利达附近）的潮位计实测数据进行定量对比；其次，从网络获取不同光照和天气条件下的洪水前后图像，定性评估算法在各种复杂场景中的水体检测能力。

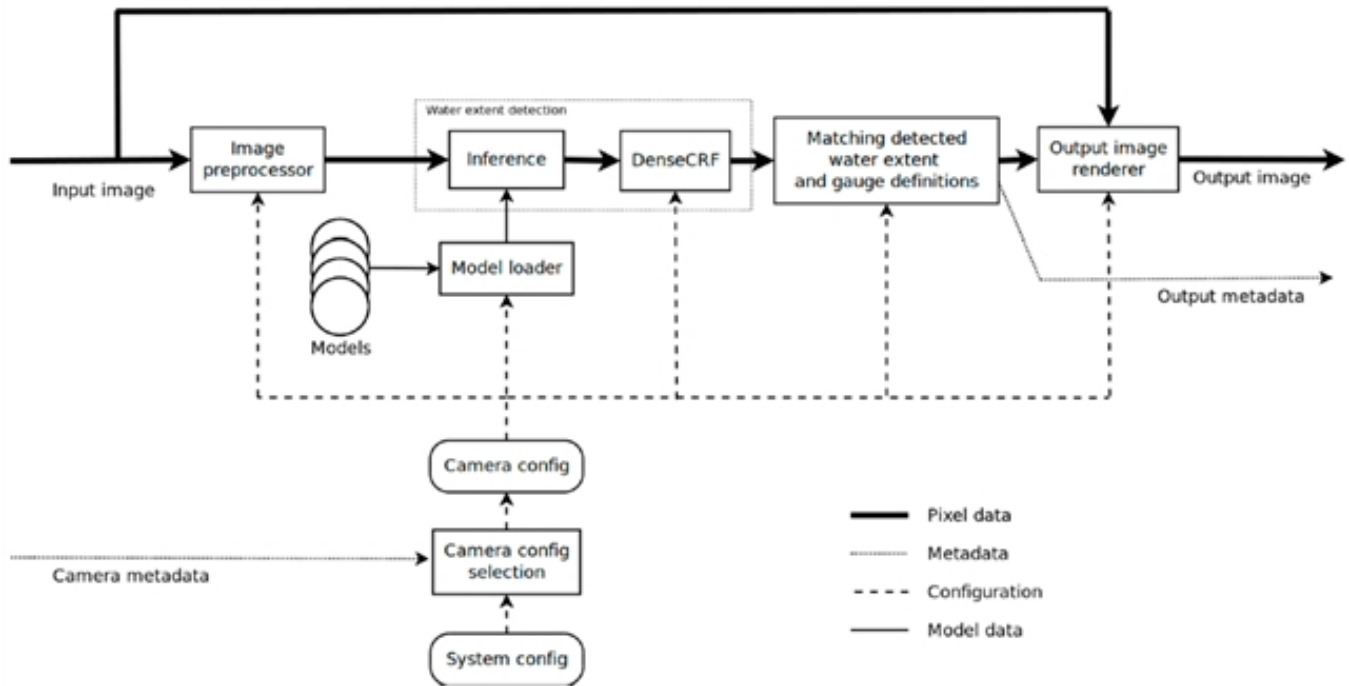


图1.本研究采用的算法架构

在定量评估中，算法表现出色：弗吉尼亚站点的比较结果显示确定系数 R^2 达0.87，斜率1.089，偏差2.44厘米；俄亥俄州站点的 R^2 为0.84，斜率1.103，偏差3.04厘米。水位差值的统计分析表明，弗吉尼亚站点的平均误差为-1.18厘米（标准差4.94厘米），俄亥俄州站点为5.35厘米（标准差12.03厘米）。值得注意的是，算法在上午时段（08:00-16:00）表现最佳，误差和标准差最小，而夜间性能有所下降，这提示光照条件是影响算法精度的重要因素。

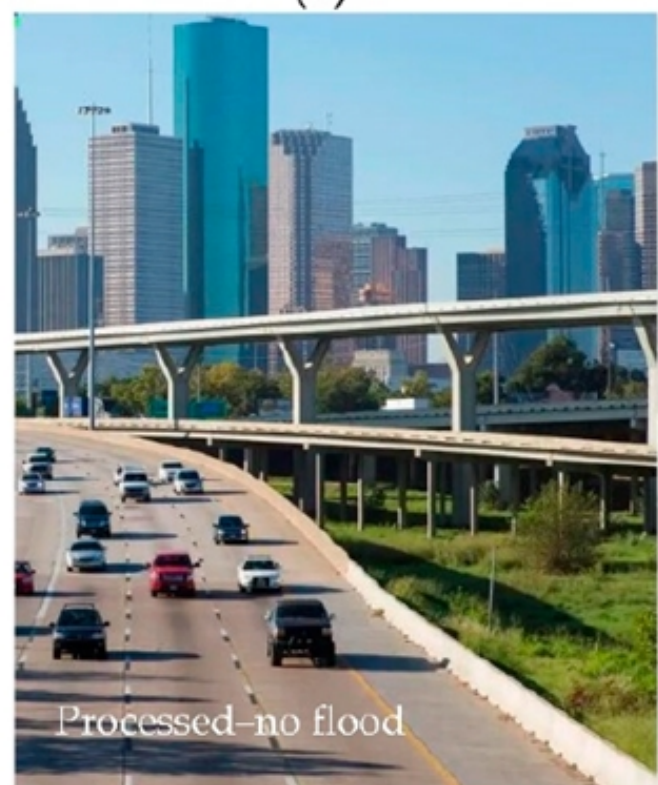
在定性评估部分，研究团队分析了从网络获取的多个洪水事件前后图像，包括2017年休斯顿哈维飓风、2020年英国约克和西约克郡洪灾等案例。算法在这些低分辨率、复杂光照条件的图像中仍保持优异性能：整体准确率超过90%，交并比(IoU)超过80%，边界F1分数(BF1)超过70%。尽管存在少量误判（如远处水体因分辨率不足未被识别，或湿润墙面被误判为洪水），算法在绝大多数情况下能准确区分洪水区域与非洪水区域。这些结果表明，该技术可有效应用于灾后损失评估、保险理赔等实际场景，只需知道图像中某些参照物（如砖块、车辆）的尺寸，即可进一步估算洪水深度。



(a)



(b)



(c)



(d)

图2.原始图像(a,b)与洪水检测算法输出图像(c,d)的比较。水体用覆盖原始图像的蓝色层标记。

研究总结

本研究系统评估了一种基于网络摄像头图像和机器学习算法的洪水监测技术，证明其在水位估算和水体检测方面具有高度可靠性。与传统的潮位计测量相比，该算法可实现厘米级精度的水位估算 ($R^2 > 0.84$)，且无需对目标站点的图像进行专门训练，展现出良好的泛化能力。在实际应用中，该技术具有显著优势：网络摄像头分布广泛、成本低廉，可弥补水文模型和遥感监测在时空分辨率上的不足；算法输出的洪水范围和水深信息可直接支持灾后损失评估、保险参数化建模以及洪水模型验证等工作。当前算法在夜间和极端天气条件下的性能仍有提升空间，未来可通过针对性训练夜间图像或优化图像预处理（如直方图拉伸）来改进。这项技术为构建高时空分辨率的洪水监测预警系统提供了创新解决方案，有望在减灾防灾、城市规划等领域发挥重要作用。

GeoHazards期刊介绍

主编：Prof. Dr. Zhong Lu, Roy M. Huffington Department of Earth Sciences, Southern Methodist University, Dallas, TX 75275, USA

Dr. Tiago Miguel Ferreira, Instituto Superior Técnico (IST), University of Lisbon, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal

期刊发表范围涵地球物理/地质灾害、气候及气候变化相关灾害、气象灾害、水文灾害、块体运动灾害以及人为和技术灾害等研究领域。自2020年创刊以来，被ESCI、Scopus、GeoRef等多个权威数据库收录。

来源：GeoHazards

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发