

AI とリモートセンシングつなぐ

街から海岸までの包括的プラスチック観測網の構築

Construction of a comprehensive plastic litter observation system from the city to the coast using AI in conjunction with remote sensing

○加古真一郎*・桑田想大*・種田哲也*・杉山大祐**・日高弥子*・松岡大祐**
Shin' ichrio Kako, Sota Kuwada, Tetusya Taneda,
Daisuke Sugiyama, Mitsuko Hidak, and Daisuke Matsuoka

1. はじめに

海岸漂着ごみの多くを占めるプラスチックごみ（プラごみ）は、海や海岸に直接投棄されたものではない。そのほとんどは、街から河川を経て海洋に流出した生活ごみである。しかし、プラごみがどこからどのようにして、どの程度海洋へ流出しているのか、といった廃棄プラスチック・フローの解明には至っていない。そもそも、それを知るために必要な、街や河川、海岸におけるプラごみ現存量を精度良く調査する手法すら確立されていない。本研究は、将来の廃棄プラスチック・フローの解明を見据え、リモートセンシング研究により、街中、河川、海岸周辺のプラスチックごみ量を推定する手法を確立することを目指している。本講演では、その中から特に画像解析 AI による海岸漂着ごみの検出手法、ドローンとゲームエンジンを用いたデジタルツインによる効率的な海岸漂着ごみ検出手法について紹介する。

2. 分析方法

本研究では、ドローンによる航空測量によって得られた海岸の位置情報を用いてゲームエンジン上に対象海岸を再現し、そこに予め作成した仮想の人工ごみと自然ごみを自動配置することで、学習データを自動出力するシステムを構築した。この際、配置する人工ごみの色をランダムに変えることで、データ数の向上を図った。仮想空間を構築するために使用したゲームエンジンは、Unreal Engine 5（以下、UE5）である。このような手法で作成した学習データと、High-Resolution Network (HRNet; Sun et al., 2019; Wang et al., 2022) を用いて、セマンティック・セグメンテーション（深層学習の一種）による 8 種分類（人工ごみ、自然ごみ、海、砂浜、構造物など）が可能なモデルを構築した。このモデルの精度と有用性の検証は、手作業によって作成された学習データを用いてトレーニングされたモデル（Hidaka et al., 2022）による海岸画像のクラス分類結果と、本モデルから得られたそれを比較することで行なった。

* 鹿児島大学大学院理工学研究科 Graduate school of science and engineering,
Kagoshima University

〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 E-mail: kako@oce.kagoshima-u.ac.jp

** 海洋研究開発機構

3. 分析結果

本システムでは、1セットの学習データを約12秒で作成可能であるため、Hidaka et al. (2022)が4ヶ月を要した3,500セットの学習データの作成には、半日を要する程度である。これは、データ処理における時間の削減だけでなく、人的費用の削減をも実現したことを意味している。また、人工ごみの学習データとして使用した仮想ごみは、色がランダムに変わるものの、形状は3つのみの単純なものであったが、本モデルによる海岸漂着ごみの検出性能は、Hidaka et al. (2022)のモデルにも劣らない結果を示した。一方、自然ごみに関しては、作成した学習データが実際の密集した自然ごみを反映できておらず、その抽出精度は高いものではなかった。

4. 結論

本研究では、海岸漂着ごみ自動検出のための学習データを自動的に、かつ手作業よりも短時間で生成する手法を開発した。本手法を用いれば、例えば、ドローンによる一度の海岸撮影で、その環境に適した学習データを従来の手法よりも効率的に作成することが可能となる。また仮想空間上では、様々な種類のごみを自由自在に配置することができるため、一つの背景(砂浜、礫浜、岩場など)に対して多様なごみの分布パターンを生成することも可能である。これによって、背景は共通するものの、漂着ごみの種類が異なるような海岸においても、それぞれに適した学習データを短時間で作成することができる。また、本研究で構築したモデルは、人工ごみの検出に対しては、高い検出性能を示す一方で、自然ごみの検出性能には課題が残る。今後は、仮想ごみの構築方法なども含めて、その改善方法を検討する必要がある。

参考文献

Hidaka, M., et al (2022). Pixel-level image classification for detecting beach litter using a deep learning approach. Mar. Pollut. Bull. 175, 113371. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113371>.

Sun, set al. (2019). High-resolution Representations for Labeling Pixels and Regions. arXiv:1904.04514

Wang et al. (2019). Deep high-resolution representation learning for visual recognition. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 43 (2021), pp. 3349-3364, 10.1109/TPAMI.2020.2983686

謝辞

本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20231004)により実施した。