

## 深層学習を用いた UAV 画像による海岸漂着ゴミ抽出における データ拡張適用の可能性に関する検討

日大生産工(院) ○山崎 敬亮 日大生産工 武村 武

### 1. はじめに

近年, 大量の漂着ゴミにより海岸環境の悪化や海岸機能の低下が深刻な問題となっている. 特に, プラスチックゴミはその中でも大きな課題として挙げられている. 高田ら<sup>1)</sup>は, 劣化して微小化したプラスチック, いわゆるマイクロプラスチック (MPs) が, 動物プランクトンによって体内に取り込まれ, 食物連鎖を通じて生態系全体に影響を与えていることを指摘している. また, 三小田ら<sup>2)</sup>は, 有害成分を含むプラスチックゴミが海洋汚染を引き起こす可能性について言及している. このように, プラスチックゴミ問題は国際的にも注目されており, 2019年のG20大阪サミットでは, 2050年までに海洋プラスチックごみをゼロにする目標が掲げられた「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が採択された<sup>3)</sup>.

沿岸部の漂着ゴミを把握するために, 様々な手法が検討されている. その一つに, 沿岸部を撮影した画像の利用が挙げられる. Hidaka et al<sup>4)</sup> はセマンティック・セグメンテーションを用いて, ピクセル単位で漂着ごみを検出する技術を開発し, 人工ごみや自然ごみの検出が可能となったと報告している. これにより, 従来の手法では難しかったゴミの正確な分類と検出が実現され, 漂着ゴミ問題の解決に向けた新たな手段が提供されている.

三番瀬 (千葉県船橋市) は, 東京湾の最奥部に位置する約1800haの干潟であり, ここでも多くの漂着ゴミが確認され, その大半は貝殻や植物の枯死体であるが, 村上ら<sup>5)</sup>は, 植物ゴミに含まれるMPsの蓄積量を評価し, MPs問題において植物ゴミの監視が重要であると指摘している. しかし, 漂着するゴミの量は膨大であり, 効率的な把握と管理が求められている.

そこで, 本研究では三番瀬における漂着ゴミ (植物ゴミ) の分布を効率的に把握するため, UAVを用いて取得した画像を深層学習(YOLO)によって解析すると共に, データ拡張手法の適用の可能性を検討する.

### 2. 画像解析概要

本研究では, 効率的な植物ゴミ把握のために, 処理速度が速く物体の位置と種別を同時に予測できるリアルタイム検出アルゴリズムである You Only Look Once (YOLOv7)<sup>6)</sup> を使用した.

#### (1) データ拡張

学習データの多様性を増やし, 精度を向上させる目的で, データ拡張手法であるMosaic法とMixup法を用いた. Mosaic法は4つの異なる画像を結合することで学習データの背景や配置のバリエーションを増やす手

法であり, Mixup法は2つの画像を一定割合で混合し, クラス間の境界を滑らかにして過学習を防ぐ効果がある.

#### (2) 使用データ概要

使用した画像データは, 千葉県船橋市に位置するふなばし三番瀬海浜公園にて撮影した画像を用いた. 撮影は, UAV(DJI 社 P3 Multispectral)を用いて撮影高度を25mと設定し, 海岸を真上から撮影を行った. 画像データは総データとして40, 90, 180, 240枚を用意し, それぞれを学習用データ(train), 検証用データ(validation), テストデータ(test)に分類した. その割合は, 一般に良く用いられる train:validation:test=7:2:1とした<sup>7)</sup>.

#### (3) 解析方法

YOLOの一般的な解析フローは, まず学習用データを用いてモデルをトレーニングし, その後, 検証用データを用いて性能評価を行い, 最終的にテスト用データを用いて推論を行い, 対象物体の抽出を行う. 本研究では, 学習用データの枚数を40枚, 90枚, 180枚, 240枚に設定し, 学習データ量の変化が抽出精度に与える影響を評価した. その後, データ拡張の有無による抽出精度の違いを検討するため, Mosaic法とMixup法を組み合わせて解析を行った. データ拡張においては, Mosaic法の比率を0~1.0の範囲で変化させ, Mixup法では画像混合の割合を0~0.5の範囲で調整し, 各手法の適用が抽出割合に与える影響を感度分析によって評価した.

図1に目視で正答を設定した植物ゴミの正答画像を示す. 本研究では, 正答画像の植物ゴミと学習によって得られた抽出結果との比較を行う.

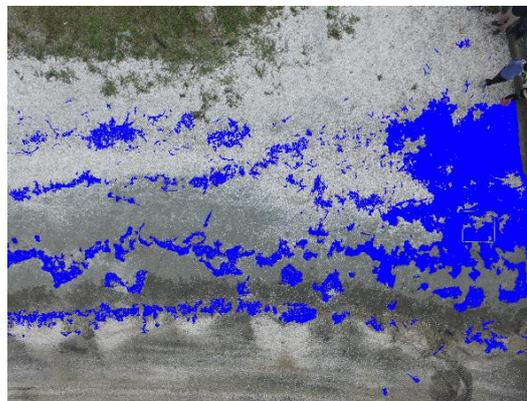


図1 正答画像

Study on the Applicability of Data Augmentation for Marine Debris Extraction from UAV Images Using Deep Learning

Keisuke YAMASAKI

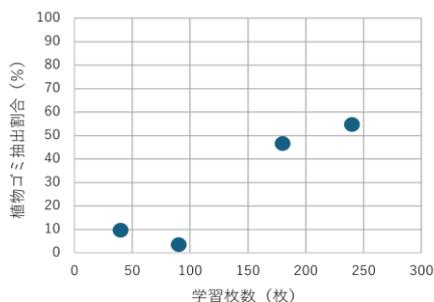


図2 学習枚数の変化による抽出結果

### 3. 結果と考察

はじめに、学習枚数を変化させた場合の植物ゴミ抽出結果の比較を行う。図2に、学習枚数を変化させた際の植物ゴミの抽出結果を示す。本結果から、学習枚数40枚では9.71%、90枚で3.52%、180枚で46.61%、240枚で54.68%という結果を得た。これより、学習枚数の増加に伴い、抽出結果が正解画像により近づく傾向が確認された。この結果より、本研究で検討した範囲内では、最適な学習枚数は240枚であると考えられる。

次に、データ拡張手法 (Mosaic法およびMixup法) の適用効果を検討した。表1に、データ拡張手法を適用した場合の抽出割合を示す。なお、本検討で用いたデータ拡張手法は、図2の検討結果で最適と判断された240枚を用いている。まず、Mosaic法を適用せずにMixup法のみを適用した場合の抽出割合を「0.10」および「0.50」とした場合は、両者とも抽出割合は60.7%となった。基準の結果と比較すると、約6%抽出割合が増加したことがわかる。これは、Mixup法のみを適用した場合、抽出結果に大きな変化が見られず、その効果が限定的であることを示唆している。

次に、Mosaic法の適用効果について検討する。まず、Mixup法の混合割合が0.10の場合、Mosaic法の比率を0.00から1.00まで変化させたときの抽出割合は、60.7%から62.3%の範囲で、大きな変化は見られなかった。一方で、Mixup法の混合割合が0.50の場合、Mosaic法の比率を0.00から1.00まで変化させたときの抽出割合は、54.7%から72.1%の範囲で変化した。その中で比率が0.75のときに抽出割合が最も高く、72.1%となり、基準の結果と比較して約17%の増加が見られた。これらの結果より、Mosaic法の比率が0.75のときに画像の複雑さが適度に増し、異なる特徴を多く学習できただけでなく、Mixup法の適用効果と相まって抽出割合を向上させたと考えられる。

これらの結果より、今回の条件下ではMosaic法の比率を0.75、Mixup法の混合割合を0.50に設定した組み合わせが、最も正解画像に近い植物ゴミの抽出結果を得られるため、最適な設定であるといえる。

### 4. まとめ

本研究では、沿岸部のMPsの堆積量を効率的に把握するための前段階として、YOLOを用いた画像解析を行い、漂着ゴミ(植物ゴミ)の抽出及びデータ拡張手法

表1 データ拡張手法を適用の抽出割合 Mixup (混合割合)

	0.10	0.50
Mosaic (比率)	60.7%	60.7%
0.00	60.7%	60.7%
0.25	62.9%	54.7%
0.50	62.1%	59.7%
0.75	59.1%	72.1%
1.00	62.3%	66.6%

による抽出割合向上を試みた。その結果、今回用いた画像において漂着ゴミの抽出を行うための条件としては、学習枚数240枚、Mosaic法の比率を0.75、Mixup法の混合割合を0.50に設定しデータ拡張を行うことで、約17%の抽出割合向上することができた。

以上より、植物ゴミ抽出は、学習量やデータ拡張の適切な設定を行うことで抽出割合が向上できることが示唆された。今後は、データ拡張の項目を増加しより最適な抽出割合向上を目指す。

### 参考文献

- 高田秀重, 海洋プラスチック汚染とその対策, 24巻, 10号, (2019)p10\_44-10\_48.
- 三小田憲史, 水環境汚染の評価に向けた海洋MPsの分析, 分析化学, 68巻11号, p.853-857, 2019
- 外務省, G20大阪サミットにおける海洋プラスチックごみ対策に関する成果, <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000529033.pdf>, (2024年1月12日閲覧)
- Mitsuko Hidaka, Daisuke Matsuoka, Daisuke Sugiyama, Koshiro Murakami, Shin'ichiro Kako "Pixel-level image classification for detecting beach litter using a deep learning approach." Marine Pollution Bulletin, 2022. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113371.
- 村上 祐子, 武村 武, 西尾 伸也, UAV画像を用いた三番瀬におけるマイクロプラスチック堆積状況把握に関する基礎研究, 土木学会第77回年次学術講演会, 2022
- Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-time, Object Detection", (2016) pp.779-788.
- 嶋田雅也, 倉橋貴彦, 村上祐貴, 池田富士雄, 井原郁夫, 打撃応答波形を用いた畳み込みニューラルネットワークによるコンクリート内の無次元密度分布の同定, 日本機械学会論文集, Vol.87, No.904(2021) pp.21-00266