

車載カメラと距離学習を用いた外来植物のマッピング

○安田泰輔(山梨富士山研)・渡邊 修(信州大農)・川村健介(帯畜大)

1. はじめに

侵略的外来植物の侵入と繁茂は、地域生態系に深刻な影響を与え、生物多様性の損失をもたらす主要な要因となっている。山梨県においても、アレチウリをはじめ、オオハングソンソウ、ナガエツルノゲイトウ、オオキンケイギクなどの特定外来生物が侵入・繁茂しており、生物多様性への影響が懸念される。

一部地域では防除により繁茂が抑制されつつあるが、取り組みは限定的で、全県的な防除体制の構築・強化が求められている。広域的な防除を効果的に進めるためには、外来植物の分布情報を整備し、科学的根拠に基づく計画的な対策を立案することが有効である。

外来種対策では、侵入段階に応じて「早期発見・根絶」から「拡大抑止」までの対応方針が異なる。このため、分布状況の把握は、具体的な目標設定と行動計画を決定する上での基礎情報となる。著者らは広域を効率的に観測することを目的として 2021 年より車載カメラを用いた外来植物マッピングシステムの開発を進めてきた。この手法は、車両に搭載したカメラで路傍画像を連続的に取得することにより、広域かつ高効率な観測を可能にするものである。

本報では路傍画像から外来植物を検出する方法として距離学習 (Metric Learning) を提案する。画像中の外来植物を検出する際、YOLO 等の物体検出モデルが使われることが多い。高精度である反面、大量の教師データが必要となることから、多クラス分類に拡張しにくい。そのため、外来植物検出ではほとんど使われたことのない距離学習の適用を試みた。この方法は教師データが比較的少なく、かつ、多クラス分類に拡張可能という性質を持つことから、多様な外来植物の分類に有効であると考えられる。

2. 方法

損失関数として Triplet Margin Loss を使い、距離学習を実施した。本モデルは、anchor (各クラスの基準画像) と positive (同一クラスの画像) との距離を最小化し、negative (他クラスの画像) との距離を最大化するように特徴量空間上の埋め込みを学習する。これにより、同一クラスの画像が近傍に、異なるクラスの画像が遠方に配置される特徴量空間を形成する。

データは、2025 年 6 月から 8 月にかけて取得した路傍画像を用いた。各画像を 6×4 のメッシュ (1 枚あたり 400×400 ピクセル、計 24 分割) に分割し、分割されたメッシュ画像を分類単位とした。分類対象はアレチウリ (*Sicyos angulatus*)、オオブタクサ (*Ambrosia trifida*)、および ニワウルシ (*Ailanthus altissima*) の 3 種とし、これらが写るメッシュ画像を教師データとした。教師データの枚数は、アレチウリ 886 枚、オオブタクサ 662 枚、ニワウルシ 639 枚である。学習は Train: val = 8:2 = 1749 枚:438 枚で実施した。

3. 結果と考察

距離学習によるメッシュ画像の分類の結果、検証データでは top1 accuracy = 0.907 (“埋め込み空間で最も近いメッシュ画像が同じクラスである確率”) が得られた。ベース CNN には ResNet-18 を使い、512 次元の埋め込みを学習した。t-SNE により可視化したところ (図 1)、各クラスがクラスターを形成しており、分類できていることが確認される。今後、教師データを拡充し、汎化能力を評価するとともに、対象種の拡大など多クラス分類への適用を検討する。

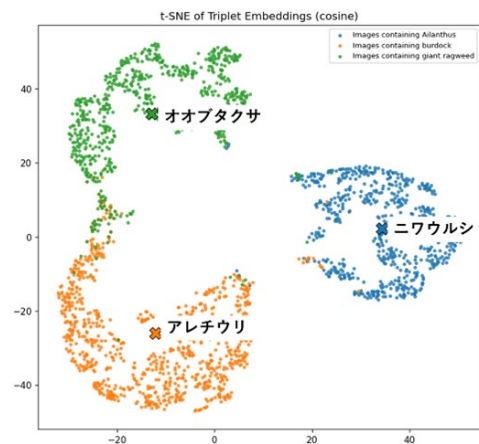


図 1. t-SNE で可視化した埋め込み空間 (×は各クラスの重心を表す)。