

Deep Riverscapes: 樹林化河川モニタリングのための新しい深層学習モデルについて

芝浦工業大学 宮本 仁志

日本を含む世界の多くの河川流域で経年進行する河道の樹林化に対して、本研究ではドローン計測による高解像度の河川オルソ画像を活用して、樹林化河道の土地被覆モニタリングのための新しい深層学習モデルの開発を試みる。開発する深層学習モデルは、既存のモデル¹⁾をベースにした特徴的な階層構造をもち、新しい機能として植生の草本・木本への細分類と、土砂の礫・砂への細分類を加えて、高精度で多種類の土地被覆分類ができるように拡張したモデル²⁾である。開発したモデルを鬼怒川の河川オルソ画像へ適用して土地被覆の分類精度を確認する。

本研究でベースにした深層学習モデルは Carboneau ら (Remote Sensing of Environment, 2020) によって開発された CNN Supervised Classification¹⁾ (以下, CSC と略記) である。検討には 2015~2019 年に鬼怒川の複数河道で空中撮影された RGB オルソ画像 51 区間 (各区間約 2km の縦断距離) を用いた。これらは、現地観測中に取得された UAV 航空写真に SfM (Structure from Motion) 処理を適用することによって得られた。画像の空間解像度は 1 ピクセルあたり約 4cm である。CSC によって分類する 7 つの土地被覆分類は水面・礫・砂・草本・木本・農地・人工地である。本研究の深層学習アルゴリズム CSC は、2 段階の Convolution Neural Networks (CNNs) を組み合わせた分類器である。CSC の第一段階では、入力画像を 200 x 200 ピクセルの画像タイルに分類し、第二段階で使用するトレーニングデータセットを作成する。次に、このトレーニングデータセットを用いて第二段階の小規模 CNN (以下、mini-CNN と略記) を訓練し、モデルのハイパーパラメータを最適化した。最後に、学習済みの CSC モデルを用いて RGB オルソ画像のピクセルベースの土地被覆分類を実施した。

CSC の第一段階では、本研究では既存の CNN アーキテクチャである VGG16 を導入している。ファインチューニングのデータセットには、土地被覆分類ごとに 2,500 枚以上の画像を準備し、データ拡張により合計 85,800 枚を訓練用で使った。検討したハイパーパラメータは、学習率・パッチサイズ・ファインチューニングの凍結レイヤー数であった。最適化されたパラメータを用いた CSC 第一段階の F 値は、各土地被覆で 91.4~99.1% であった。次に、CSC の第二段階に関して、mini-CNN のアーキテクチャ・学習率・パッチサイズ・パッチ数・フィルタサイズを最適化した。最適化された CSC モデルの加重平均の F 値は 90.4% であった。これより、最適化された深層学習モデル CSC が十分な精度で河川の土地被覆を全般的に分類できることが確認された。

このように、全般的な分類精度は良好であったが、個別の土地被覆分類では草本・木本の区別で正解率が 7.5 割程度となり、また、礫・砂の区別は 7.1 割に留まった。前者は、洪水流下能力評価に関連して草本がせん断力評価に、木本が抗力評価にそれぞれ影響するため、本研究の成果を今後の治水安全性の検討につなげる際に重要となる。

一方で、後者は、樹林化進行過程において水分・栄養塩を保持する細砂部分に植生侵入が起こりやすいため、本研究の成果を今後の生態系保全の検討につなげる際に重要である。これらは画像の RGB 値が類似の特徴をもつ土地被覆のペアであり、今後、深層学習モデルの階層構造を再検討することによってこれらの分類精度向上に取り組む予定である。

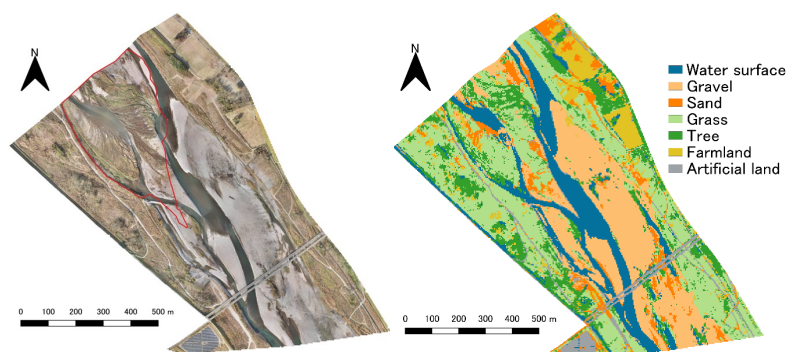


図 深層学習モデル CSC による鬼怒川の地被分類結果の例

参考文献

- 1) Carboneau P., Dugdale S., Breckon T., Dietrich J., Fonstad M., Miyamoto H., Woodget A. (2020). Adopting deep learning methods for airborne RGB fluvial scene classification, *Remote Sensing of Environment*, 251, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112107>.
- 2) Miyamoto, H. and Ishii, R.: Fluvial land cover classification by using CSC deep learning method with UAV airborne images, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, *EGU23-4367*, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-4367>, 2023.