

機械学習を用いた画像解析による効率的な河床粒度分布計測に関する基礎的検討について

山口大学大学院創成科学研究科 助教（特命） 正会員 ○大中 臨

本発表では、効率的な河床粒度分布計測手法に関する課題に対して今後著者の取り組む方針を発表する。

1. 研究背景

河床を構成する粒度分布は、局所洗堀や河岸浸食だけでなく、生物相にも影響を与えるため河川の粒度分布の把握は、氾濫防止対策上や生物保全上重要と考えられる。しかしながら、現状の粒度分布調査は5年に1回、本川にて縦断間隔1kmごとの地点設定であり、例えばモデルの精度向上や瀬淵スケールでの管理において、計測の時空間解像度が高いとは言い難い。この問題は河川内の粒度分布調査の労力が非常に高いことに起因すると考えた。著者は、リモートセンシング技術と画像解析を使用したモニタリング手法の開発に取り組んできた^{1),2),3),4)}。これらの結果から、本技術は、従来よりも調査を大幅に効率化すること、そして河川内の粒度分布調査にも適用できると考えている。そのため、河川内に立ち入ることなく迅速に粒度分布を計測する効率的な河床材料の粒度分布調査手法を構築することを目的として研究を進める。

2. 粒度分布計測の課題に対する提案手法

(1) 先行研究

既にUAVリモートセンシング技術を用いて砂州上の粒度分布を計測する方法は多く取り組まれている。一方で、水面下の河床材料の計測についての事例は少ない。例えば、Iricら⁵⁾やAlexanderら⁶⁾は、浅水域の空撮画像や水上ボートから撮影された水中写真から、機械学習を用いた画像解析によって河床材料を分類している。しかし、いずれも砂、中礫、大礫などの区分であり、粒度分布として導出する手法は開発されていない。著者は、水上空中両用ドローンを用いて画像の縮尺を、河床に設置した格子ではなく撮影位置における水深から推測し、河川内に人が立ち入ることなく河床材料の粒径を計測する手法の開発を行った⁷⁾。しかし、現状では河床材料の輪郭の識別は手動で行う必要があり、より効率的な手法とするためには、河床材料の撮影された画像から自動的に粒度の粒径を計測し、粒度分布を導出する手法の確立が必要不可欠である。

(2) 冠水部の河床材料輪郭抽出に対する提案手法

まず、河床材料の撮影手法として、水上・空中両用ドローンと一般のUAVを併用することで、陸上部・冠水部の河床材料の画像の把握を実現する。

UAVから得られた画像から、河床材料の輪郭を抽出し、粒度分布を導出する手法として、BASEGRAIN⁸⁾や、ImageJ⁹⁾といった無償のソフトウェアを用いた方法は存在するが、いずれも、画像ごとにパラメータのキャリブレーションが必要である上、水中の写真では、光の揺らぎや、河床材料の模様などの影響を受け、正しく河床材料を捉えられない。そこで、本研究では、CNNとLSTMを組み合わせたSemanticSegmentationモデルを用いることで、河床材料輪郭の抽出精度を向上させる試みをする。先行研究で使用されていた画像解析モデルでは、撮影された画像に対してCNNのみを用いて特徴量を抽出していたが、LSTMを用いて同一位置における冠水部の複数の画像群に対して学習を行うことで、波の揺らぎなどの影響を受けない汎用性の高いモデルが作成できると考えられる。(図-1)

3. まとめ

本要旨では、効率的な河床粒度分布計測手法に関する課題と当該課題に対して今後著者の取り組む方針を記した。上記手法で粒度分布を導出できた場合でも、画像解析で得られる粒度分布の場合、容積法で得られる粒度分布と異なる可能性が高いため、用途に関する検討も行いたい。また、画像解析で得られた粒度分布と実際のふるい分け試験を行って得られる粒度分布との比較等も行っていきたい。

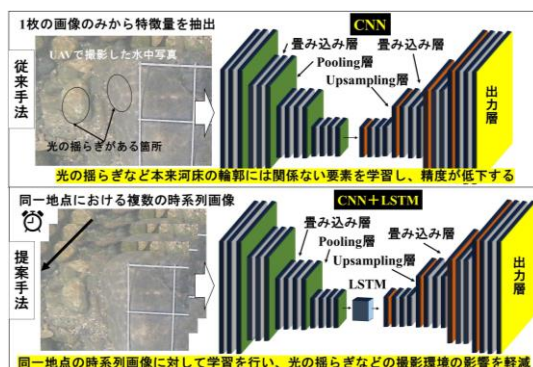


図-1 提案する機械学習モデルの概観

参考文献

- 1) 大中臨, 赤松良久, 間普真吾, 乾隆帝, 花岡拓身: UAV 空撮画像を用いた機械学習によるアサリの生息場予測手法の開発, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 76, I_1279-I_1284, 2020.
- 2) 大中臨, 赤松良久, 宮園誠二: UAV 写真測量に基づく水面下を含めた効率的な河道形状モニタリング手法の検討, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 77, No. 2, I_907-I_912, 2021.
- 3) 大中臨, 赤松良久, 間普真吾, 安木進也: 機械学習を用いた画像解析による湖沼浅水域の底質識別手法の検討, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 77, No. 2, I_1093-I_1098, 2021.
- 4) 大中臨, 赤松良久, 小山彰彦, 乾隆帝, 齋藤稔, 間普真吾: 機械学習を用いた画像解析による干潟の粒度推定手法の開発, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 78, No. 2, I_1117-I_1122, 2022.
- 5) Irie, M.; Arakaki, S.; Suto, T.; Umino, T. Classification of River Sediment Fractions in a River Segment including Shallow Water Areas Based on Aerial Images from Unmanned Aerial Vehicles with Convolution Neural Networks. *Remote Sens.* 2024, 16, 173.
- 6) Alexander A. Ermilov.; Gergely Benk^o.; Sándor Baranya. Automated riverbed composition analysis using deeplearning on underwater images. *Earth Surface Dynamics.* 2023, 11(6):1061-1095.
- 7) 大中臨, 赤松良久, 宮園誠二, 丸山啓太: 水上・空中両用ドローンを用いた河川水面下の粒度分布推定手法の開発, 河川技術論文集, 第 29 卷, pp. 97-102, 2023.
- 8) Detert, M., Weitbrecht, V.: User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN: *Advances in Science and Research*, S. Fukuoka, H. Nakagawa, T. Sumi, H. Zhang (Eds.), Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00062-9, pp. 1789-1795, 2013.
- 9) Schneider, C.A.; Rasband, W.S.; Eliceiri, K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods* 2012, 9, 671-675.