

深層学習を用いた河床粒度分析の精度検証

石川工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	○寺崎	光翔
石川工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	長田	昂大
石川工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	元平	菜摘
石川工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	山本	修護
石川工業高等専門学校	環境都市工学科	准教授	正会員	大橋 慶介

1. はじめに

河床粒度分布は河川整備や河床変動計算において重要なデータである。しかし、対象範囲が広いことや、深さ方向の調査の難しさ、試料の重量といったハードルが多く、簡易かつ正確な分析方法が模索されている¹⁾。そうしたなか、2020年スイスにおいて Nico Lang²⁾らによる深層学習を用いた河床材料粒度分析モデル GRAINet が開発され、高い石礫検出精度が報告された。このモデルは深さ 50 の畳み込み層 (ResNet-50) によるニューラルネットワーク (CNN) であり、ソースコードとともにスイス国内の河床表層画像および石礫輪郭の学習データのサンプルが公開されている³⁾。その処理フローを図-1 に示す。本研究は GRAINet を国内の河床画像に適用し、分析精度を検証するものである。

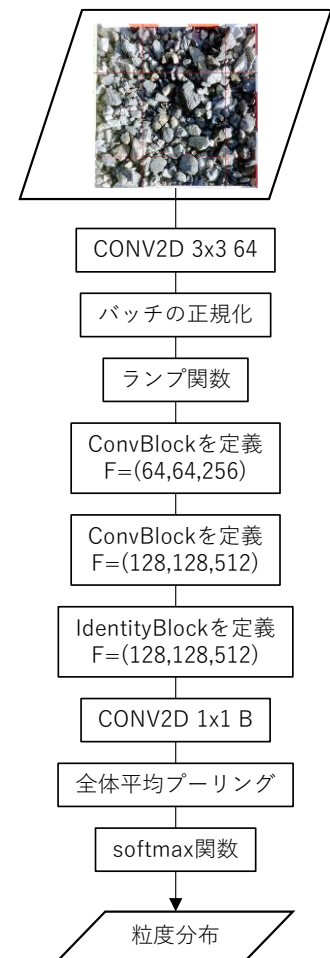


図-1 GRAINet の処理フロー

2. 検証用グラウンドトゥールースデータの作成方法

GRAINet に与える画像のグラウンドトゥールースとして、国内の3つの一級河川において河床画像を用意した。河床画像の状態が検出結果に影響を及ぼすことが予想されるため、今回の検証では晴天時の高コントラスト画像に限定している。画像はそれぞれ、手取川 (2022年10月27日, 11月24日), 神通川 (11月10日), 庄川 (11月15日) で撮影された。その撮影状況を図-2 に示す。

分析用画像はレンズ歪みを小さくするためドローンによって鉛直下向き撮影されたものを用いた。画像内にはサイズ参照用の1m, または2m 四方のコドラートを設置している。画像中のコドラートは河床の凹凸によって若干の歪みが生じるため、図-3 のようにコドラートが



図-2 河床撮影の状況

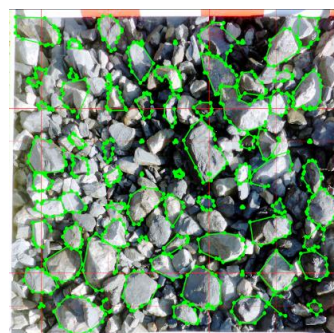


図-3 手動抽出による学習データ作成
(石礫輪郭と粒径ラベル)

4000×4000 ピクセルの正方形になるよう透視投影変換した。グラウンドトゥールースである粒径は、画像中に9×9の格子を設けて、その格子点の81石礫を標本抽出する面格子法によって得られ、その石礫輪郭の面積から円相当径、球相当質量を算出した⁴⁾。

3. 国内河床画像による精度検証の進捗と課題

GRAINetの学習には大量のデータが必要となり、複数人での作業が要求される。このときに問題となる個人誤差についてLangらと同様の検証を行った。同じ画像を用いて2名で作業した結果、 d_{50} の個人誤差が最大となった河床画像を図-4に示す。この例から、隣接する石礫によって標本石礫が隠れている場合に、個人誤差が大きくなることが分かった。教師データの質は機械学習の結果を大きく左右するため、作業者間で石礫輪郭抽出ルールを細かく定めることの重要性が明らかになった。現段階では日本国内の河床画像と粒径ラベルによる学習データが揃っていないため、学習データはGRAINetのサンプルを用いて、本研究で用意した画像を入力したときの粒度分布出力とグラウンドトゥールースデータの比較を進めている。その出力例を図-5に示す。今後、Langらの論文同様、EMD、KLD、IoUの各指標、MAE、MSE、MEの各種誤差を用いた精度検証を進め、国内河床に適用した際の分析精度を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 箱石憲昭, 福島雅紀, 櫻井寿之, 山地河道における河床材料調査法, 土木技術資料 vol53, No.11, pp18-21, 2011.
- 2) Nico Lang, Andrea Irniger, Agnieszka Rozniak, Roni Hunziker, Jan Dirk Wegner, Konrad Schindler, GRAINet: mapping grain size distributions in river beds from UAV images with convolutional neural networks, Hydrology and Earth System Sciences, volume25, issue5, pp.2567-2597, 2021.
- 3) <https://github.com/langnico/GRAINet> (参照 2022-12-16).
- 4) 大橋慶介, 伊原一樹, 安田真悟, 画像処理による河床粒度分布情報の高空間解像度化, 土木学会論文集 F3(土木情報学)vol67, No.2, I_111-I_118, 2011.

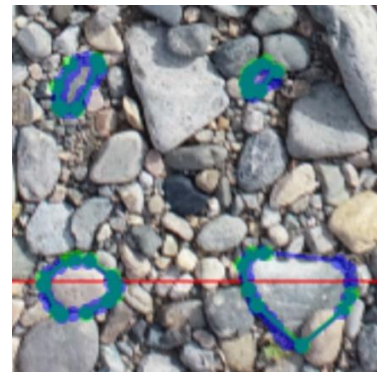


図-4 個人誤差が最も大きかった画像の粒径加積曲線と石礫輪郭

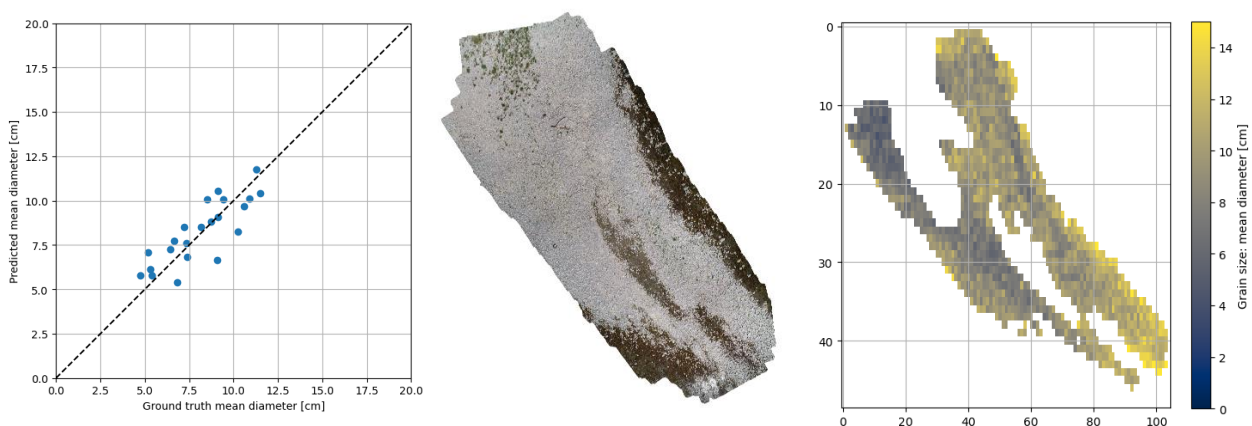


図-5 GRAINetの出力サンプル¹⁾

(左から学習データでのグラウンドトゥールースと推定値の比較, 入力画像, 平均粒径推定値の分布)