

1. はじめに

劣化した道路橋を含めたコンクリート構造物の健全度は、作業員が現地に出向き、破損箇所を手持ちのデジタルカメラ等で撮影し、点検調書を作成し判断する。その際、人材の不足が大きな問題となっている。先行研究として、例えば黒木ら¹⁾は、ニューラルネットワークを用いたアスファルトのひび割れ検出とその自動化を試みている。本研究では、機械学習を用いて道路橋の多数ある画像データからひび割れが存在するものを自動で分類する技術を開発し、効果的で効率的な維持管理に活用することを目標とした。ここで、機械学習による分類では、その判断基準が見えないことがあるため、本研究では、機械学習の技術を用いて、コンクリートひび割れを模した線画像の分類をあらゆる条件で解析し、様々な条件が分類結果、正答率に与える影響について見える化を行うとともに、各要因について考察した。

2. 解析概要

ひび割れ画像の分類では、一枚の全体画像ではなく、全体を細かく分割し、分割した領域ごとに定量化して、その合計や分散具合で損傷の評価する。本研究では、コンクリート橋に発生するひび割れを模擬して、ペイントソフトによって線画像として単純化し表現することにした。分類項目（ラベル）は、画像内におけるひび割れの線の量で分類することとし「無」、「少ない（1~5本）」、「多い（6本以上）」の3種類に分けた。ルールやパターンを学習させ、未知

のデータ（これをテストデータとする）を提示したときに各データがどこに分類されるかを決めていく。分類においては、scikit-learn²⁾を用いた機械学習を用いて、画像枚数や線の色・太さ、背景の色の影響について考察した。いずれの解析ケースでも各ケース10回ずつ実施した。

2.1 解析1：教師データ数

テストデータ、各ラベル15枚ずつ計45枚を分類することとし、教師データを各ラベル15枚ずつ計45枚、30枚ずつ計90枚、45枚ずつ計135枚、145枚ずつ計435枚と増やしていった場合の正答率、教師データの読み込み時間を比較した。

2.2 解析2：テストデータの条件

各ラベル10枚ずつ計30枚の教師データを作成し、教師データの線の配置は変更せず、線の色、背景の色、線の太さを変えたテストデータを作成した。

2.3 解析3：テストデータの線の色

各ラベル10枚ずつ計30枚の教師データを作成し、教師データの線の配置は変更せず、線の濃さを3段階変えたテストデータを作成した。

2.4 解析4：教師データ数（線の色の特徴量）

各ラベル10枚ずつ計30枚の教師データを作成し、教師データの線の配置は変更せずに、線の色を3段階変えてそれぞれ教師データに新たに加えた。テストデータは線の配置は変えず、1種類で解析を行った。

2.5 解析5：HOG 計算処理

線画像をHOG計算処理（線の色を輝度の勾配方向

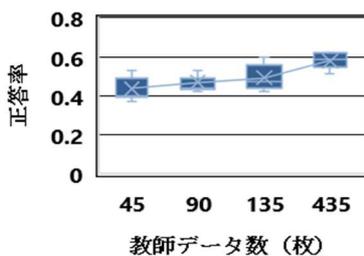


図-1 正答率(解析1)

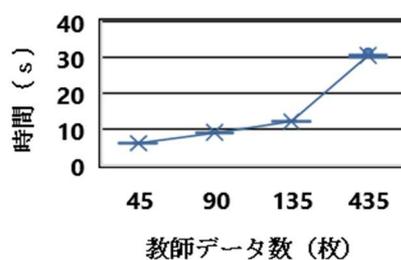


図-2 教師データ読み込み時間(解析1)

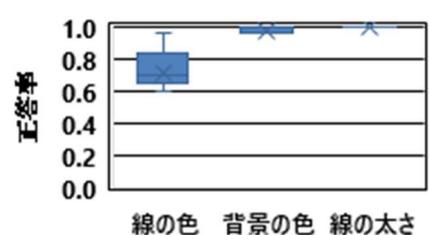


図-3 正答率(解析2)

キーワード コンクリート橋, 維持管理, 点検写真分類, 機械学習

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, mikitomo@port.kobe-u.ac.jp

でヒストグラム化したもの)して、解析1(教師データ数)の教師データ435枚の場合での、HOG計算処理前と後で比較した。

3. 解析結果

解析1からは図-1より教師データ量が大きくなると正答率が高くなり、データのばらつきが小さくなることがわかった。また、図-2より教師データ数と教師データの読み込み時間はおよそ線形関係となることがわかった。

解析2において、図-3よりテストデータの線の色、背景の色、線の太さを教師データの画像と異なるもので解析すると、線の色が異なる時だけ、大幅に正答率が低下することがわかる。

解析3からは図-4よりテストデータの線の色が教師データの線の色から離れるごとに正答率が低下することがわかる。

解析4からは図-5よりテストデータに未知の色を混入させた場合、教師データの線の色の特徴を増やすと、正答率が向上することがわかった。

HOG計算処理について、輝度の変化量を基準とするため、明るさの変化に強い、局所的な幾何学的変化に強いといった利点がある。解析5の結果を見ると、図-6、図-7よりHOG計算を行うと、線自体や線の形状を評価でき、精度が高くかつ短時間で効率の良い分類が可能であることがわかった。

4. まとめ

本研究では、ひび割れを模した線画像の本数による分類を試み、画像のどの要素が大きく正答率に影響を与えるかを調査した。具体的には、「教師データ数」、「線の色」、「背景の色」、「線の太さ」に関する影響を把握した。解析結果から、教師データ数は多ければ多いほど正答率が向上すること、背景の色、線の太さの変化による正答率の低下はほとんど見られないことがわかった。一方で線の色は教師データの線の色とテストデータの線の色が濃淡に差があればあるほど、正答率が低下することがわかった。

線の色に影響を受けずに線の形状だけを表示するHOG計算を教師データ、テストデータの画像に前処理として採用した場合、線の形状だけをとりえることができ、線の色に影響を受けなくなった。

以上より、実際にコンクリート橋点検写真の分類

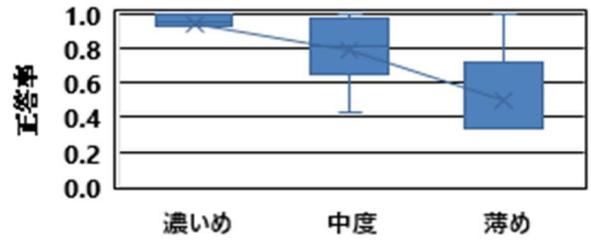


図-4 正答率(解析3)

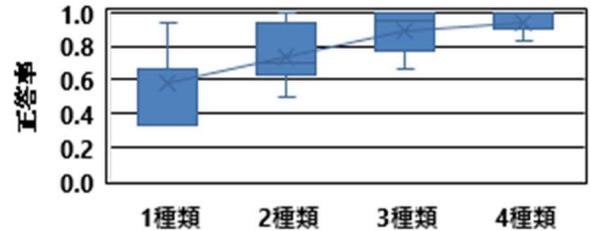


図-5 正答率(解析4)

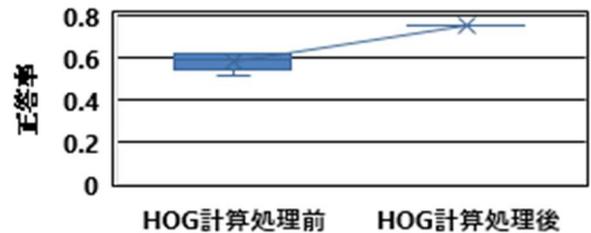


図-6 正答率(解析5)

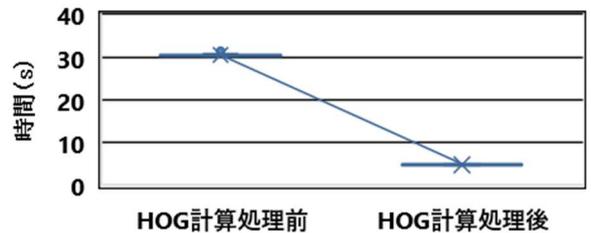


図-7 教師データ読み込み時間(解析5)

を行うとき、豊富な教師データ量、写真をHOG計算処理する、の2点に留意すれば分類精度の向上につながると考えられ、もしHOG処理が有効でない場合は、どの特徴が正答率に影響しているかを調査し、処理の仕方を探索することが分類器の性能向上につながると考えられる。

参考文献

- 1) 黒木修隆, 原口俊樹, 廣瀬哲也, 沼昌宏: 畳み込みニューラルネットワークを用いたアスファルトのひび割れ検出と画像の自動スケール判断, 映像情報メディア学会, pp.300-301, 2019
- 2) 鶴英雄, 他: Pythonによる機械学習入門, オーム社, 2016年11月