

深層学習を用いたコンクリートテクスチャ情報からのスケール推定手法

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○渡邊 一旭, 内堀 大輔
非会員 櫻田 洋介, 荒武 淳

1. はじめに

橋梁やトンネルを始めとするコンクリート構造物は老朽化に伴う維持管理設備数の増大や技術者の減少から点検作業を自動化していくことが求められている。AI等の画像解析技術を用いて画像からコンクリート表面に発生する劣化を高精度に検出する研究が多くなされている。しかし、補修計画を策定するためには、劣化の実寸値を把握する必要があり、撮影画像から劣化検出のみならず、劣化の大きさまで自動的に計測する手法が求められている。

画像から劣化の大きさの実寸値を把握するためには、撮影装置と対象物までの距離情報を用いて撮影画像におけるスケール(pixel/cm)を算出する方法等が存在する。しかし、撮影時に距離情報を取得する必要があり、専用の撮像装置が必要になる。専用の撮影装置を用いずに撮影画像からスケールを推定する研究として、Park¹⁾らは撮影画像にコンクリート面が写っている場合、コンクリート面の画像から深層学習を用いて画像のスケールを推定する手法の検討を提案された。しかし、既往研究¹⁾では屋外のアスファルトやコンクリート構造物という十分な照度条件下で撮影された画像を対象としている。コンクリート構造物は、トンネルや地下、日陰といった暗い環境下にも数多く設置されているため、照度条件に依存せずにスケールを推定できることが重要となる。

本稿では照度が低い環境で撮影したコンクリート構造物の画像からスケールを推定する手法の検討を行った。

2. 検討内容

(1) データセット

データセットには通信用ケーブルを収容するための地下トンネルのコンクリート壁面と、十分に照度が確保できる屋外コンクリート壁面の照度条件が異なる2種類の環境で撮影した画像を使用することと

し、それぞれでデータセットを作成した。画像は図-1のようにデジタルカメラ(RICOH WG-50)を用いて4068×3456 pixelで撮影し、576×576 pixelに48分割した。分割画像中にコンクリート以外の物体が含まれる場合はデータセットから除外した。また地下トンネルでの撮影時には蛍光灯等の有無に関わらず常時フラッシュを使用した。なお画像のスケールの真値を取得するために画像中に大きさが既知のARマーカーを図-1のように写すことによって、マーカーを検出し、四辺の長さから画像のスケールを算出した。

(2) 検討方法

本稿では図-2に示すモデルを使用してコンクリート表面の撮影画像からスケールを推定する。データセット中のRGB画像と画像に対応するスケールの数値データを入力値として学習することによりCNNの最終層からスケールの数値データを出力する。学

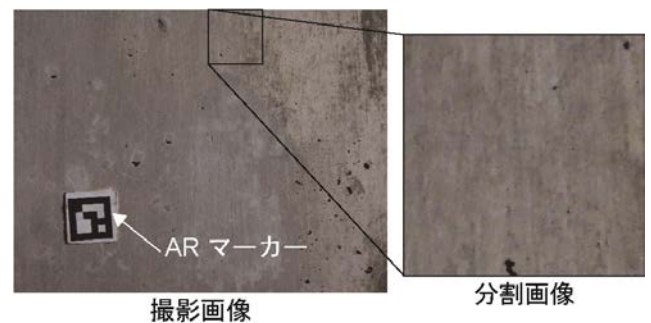


図-1 本検討で使用する画像の一例

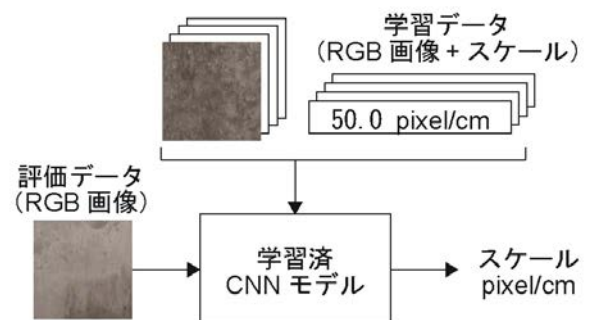


図-2 検討に使用したモデル

キーワード 画像処理, 深層学習, コンクリート, テクスチャ, 大きさ計測, CNN

連絡先 〒300-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 NTT アクセスサービスシステム研究所 TEL:029-868-6245

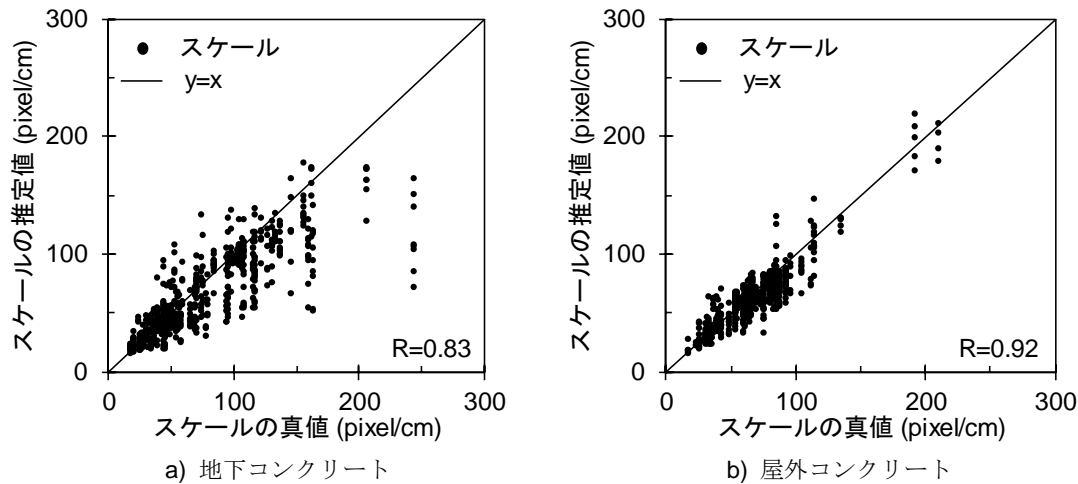


図-3 スケールの真値と推定値の比較

習と評価にそれぞれ画像を用意して、学習には 2700 枚を使用し、評価には 300 枚を使用した。また学習時のパラメータの損失関数は、既往研究¹⁾と同様に以下の式で表される MAPE (相対パーセント誤差) を用いることとした。

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{\text{true},i} - y_{\text{pred},i}|}{y_{\text{true},i}} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 n : データ数, $y_{\text{true},i}$: 真値, $y_{\text{pred},i}$: 推定値とする。推定したスケールの評価にはマーカーにより算出した真値との相関係数 R を用いた。

3. 結果および考察

学習したモデルを使用して 300 枚の評価画像でスケールの推定を行い、真値と推定値を比較した結果を図-3 に示す。図-3 a) は地下コンクリート、図-3 b) は屋外コンクリート構造物の結果である。地下では相関係数 $R=0.83$ となり、屋外では $R=0.92$ となっていることから、地下よりも屋外の方がスケールの推定精度が高いことが明らかとなった。

地下コンクリートの結果では全体的にスケール推定精度が低下していることを確認した。画像を分析した結果、図-4 のように多くの画像において、青や黄色のカラーノイズ (センサノイズ) の発生が確認された。コンクリート壁面に反射したフラッシュにより発生したことが考えられ、コンクリート表面の空隙の凹凸の陰影の画素の重要な情報がノイズにより消失しテクスチャ特徴量が極めて少なくなっていることが精度低下の一因となっていると考える。また真値のスケールが大きい画像はスケール推定精度が著しく低下した。この原因はスケールの真値が大き

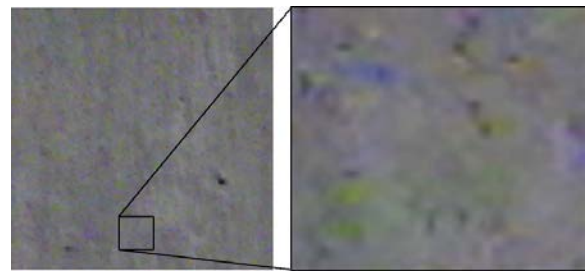


図-4 地下コンクリート画像に発生したカラーノイズ

い画像のデータ数が少ないためであると考えられる。今後地下トンネルのような撮影時の照度が低いコンクリートの画像においてスケールの推定精度を向上させるためには、カラーノイズを予め除去する処理を追加すること、スケールが大きい画像のデータ拡張および追加の画像撮影を行うことが有効であると考えられる。

4. まとめ

本稿では地下のコンクリート構造物を対象として、撮影時の照度が低いコンクリート表面の画像からスケール(pixel/cm)を推定する手法の検討を行った。地下と屋外でスケールの推定精度を比較した結果、地下の画像ではカラーノイズ発生の一因により精度が低下することを確認した。

参考文献

- 1) Park, J. A. et al., "Learning-based image scale estimation using surface texture for quantitative visual inspection of region-of interest," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol.36, Issue.2, pp.227-241, 2021.