

## (68) SNS を用いた Deep Learning による コンクリートの変状自動検出器の開発

横山 傑<sup>1</sup>・松本 高志<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 北海道大学 大学院工学院北方圏環境政策工学専攻 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: freedom.salesian@gmail.com

<sup>2</sup> 正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: takashim@eng.hokudai.ac.jp

近年、インフラ構造物の老朽化が進むと共に増えてきている。特に、コンクリート構造物におけるひび割れは、劣化損傷要因を間接的に表すと共に、耐久性の観点から弱点となる存在であるため、その長さ、幅、範囲などを点検において取得することが重要であるとされている。そこで本研究では、Deep learning を用いて、コンクリート表面の写真から、ひび割れ、エフロレッセンス、チョークの文字の有無と位置を「自動的」に検出する検出器を開発した。さらに、使用機器によらず、インターネット環境にあれば不特定多数が利用できるように、Twitter の自動検出器アカウントにコンクリート表面の写真を投稿しリプライすることで、サーバーから検出結果が返信される Web システムを構築した。

**Key Words:** machine learning, deep learning, automatic detector, crack, efflorescence

### 1. 序論

近年、日本の構造物の老朽化が進むとともに増えてきており、効率的な維持管理が重要となってきた。特に、コンクリート構造物におけるひび割れは、劣化損傷要因を間接的に表すと共に、耐久性の観点から弱点となる存在であるため、その長さ、幅、範囲などを点検において取得することは大変重要である。しかしながら、その量は膨大であるため、コンクリートのひび割れを構造物の写真から自動検出する検出器が開発されたならば、当分野の効率的な維持管理に大きく貢献するものと考えられる。

画像処理によりひび割れを抽出する研究は、近年広く行われている。例えば、コンクリートのひび割れ写真からひび割れ部分を抽出し、抽出したひび割れの幅を推定する研究などが挙げられる<sup>1)</sup>。しかし、この研究は前提としてコンクリート構造物全表面の写真から人の手によりひび割れが映り込んでいる写真部位を絞り込むことを必要としている。

そこで本研究では、人の手により変状の有無等を絞り込んでいないコンクリート構造物表面の写真から、自動的にひび割れ、エフロレッセンス(以下、エフロ)、チョークの文字の位置を検出する検出器の開発を目指した。

ディープラーニングの一種である、畳み込みニューラルネットは、入力画像から分類に必要な特徴を自動で抽出するため、形状の多様性が高く人の手により特徴を設定しにくいひび割れに特に有効であると考えられる。本研究では、コンクリート構造物表面の写真からひび割れ、エフロ、チョーク文字を検出可能な自動検出器を畳み込みニューラルネットを学習させることにより開発した。さらに、Twitter を用いてひび割れ自動検出器アカウント(@cracks\_detector)を設置し、ここに変状等を含むコンクリート構造物表面の写真を添付しリプライすると、表面上のひび割れ、エフロ、チョーク文字を検出した結果を返信するシステムを構築した。

### 2. 変状自動検出器

Twitter を用いてひび割れ自動検出器アカウント(@cracks\_detector)を設置し、図-1 のように、変状等を含むコンクリート構造物表面の写真を添付しリプライすると変状の検出結果が返信される。

入力画像は、撮影対象から 1~3[m]の位置から撮影された解像度 1K~4K の物を想定している。入力された画像は、長辺が 1920[pixel] 以上なら 1920[pixel] に、

1080[pixel]以下なら 1080[pixel]に縦横比を維持しつつリサイズされる。入力画像上にて、130[pixel]×130[pixel]、110[pixel]×110[pixel]、90[pixel]×90[pixel]の3種類のスライドウィンドウをそれぞれ 80[pixel]、65[pixel]、50[pixel]の間隔でラスタスキャンさせる。スライドウィンドウ上の四隅と中心部分をスライドウィンドウの5分の4のサイズで切り取り、随時 128[pixel]×128[pixel]にリサイズレグレースケール化した後、学習済みの畳み込みニューラルネットに入力し、各クラスの出力スコアを合計する。そして最も高いスコアのものをスライドウィンドウの分類結果とする。ひび割れ、エフロ、チョーク文字に分類された場所を入力画像にそれぞれ赤、青、緑で塗りつぶして表示することで、検出結果を示す。



図-1 自動検出器利用方法

### 3. 検出結果

ひび割れとチョーク文字のあるコンクリートの写真(1600[pixel]×1200[pixel])からひび割れとチョーク文字を検出した結果を図-2 に、エフロがあるコンクリートの写真(1600[pixel]×1200[pixel])からエフロを検出した結果を図-3 に示す。検出時間は 25 秒であった。図-2 には打ち継ぎ目が含まれているが、誤検出はされていない。図-3 は鋼部材が写り込んでいるが正確にエフロが検出されている。

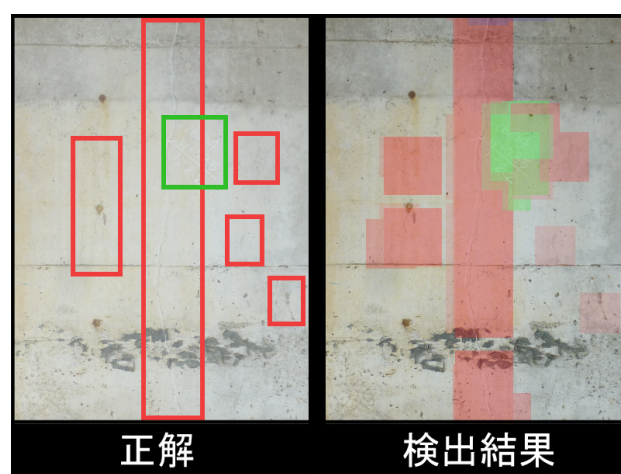


図-2 ひび割れ、チョーク文字検出例

### 4. 結論

本研究では構造物の効率的な維持管理が重要であると考え、コンクリート構造物の表面写真からひび割れ、エフロ、チョーク文字を自動検出できる検出器を畳み込みニューラルネットを用いて開発した。また、誰でもどこでも簡単に自由に本検出器を利用できるようにするため、サーバーとの通信に Twitter を用いたシステムを構築し、使用機器によらず、インターネット環境にあれば不特定多数が使用できるシステムを構築した。

将来展望として、検出速度および検出精度の向上、検出対象の種類拡張がある。その為に、学習データを増やし、分類クラスを増やす必要があると考える。また、機能面としては、ひび割れの幅、エフロの面積を自動で測定できる機能も持たせる必要がある。精度向上の面としては、撮影距離や天気などの撮影条件を考慮して、検出精度の検討を図る必要があると考える。

**謝辞：**本研究におけるコンクリート構造物の点検写真の利用は東日本高速道路株式会社のご厚意によりなされた。また、本研究は JSPS 科研費 15H04028 の助成を受けて一

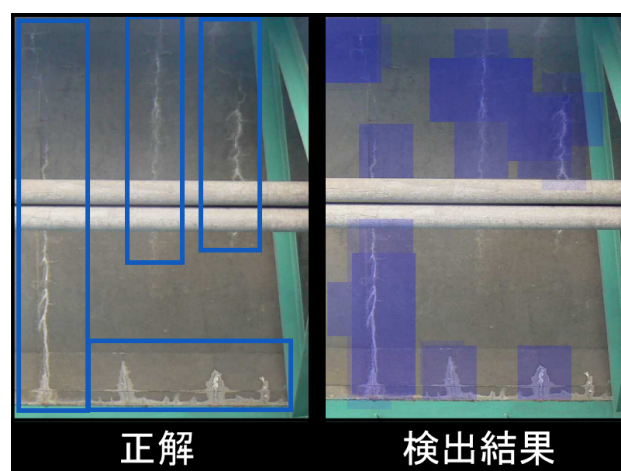


図-3 エフロ検出例

部実施された。ここに謝意を示す。

### 参考文献

- 1) 藤田悠介, 中村秀明, 浜本義彦: 画像処理によるコンクリート構造物のひび割れ幅の分類, コンクリート工学年次論文集, Vol. 34, No.1, 2012.