

LightGBM によるコンクリート表面のひび割れ自動検出

愛媛大学大学院 学生会員 ○泉 翔太 日本工営株式会社 非会員 瀬々 大樹
東京大学 正会員 全 邦釘 愛媛大学大学院 学生会員 山根 達郎

1. 背景・目的

周知のとおり、近年コンクリート構造物の劣化が進行し、損傷が顕在化している。よって、適切な点検及び結果の管理・評価・記録が重要となっている。点検項目の中で、ひび割れはコンクリートの剥落に繋がるため、重要な指標である。しかし、点検作業は近接目視点検が義務付けられており、点検者への負担やひび割れ評価にばらつきが生じることが問題として挙げられる。よって、従来手法より省力的かつ定量的な点検手法の確立が求められている。

このような背景から、画像処理を用いてひび割れ検出を効率化・省力化しようという試みや、機械学習を用いたひび割れを自動検出する研究が進められている。著者らの研究¹⁾では、Random Forest とディープラーニングを用いたひび割れ検出手法を提案している。このほかにもこれまでに様々な研究者によって多様なひび割れ検出手法が提案されているが、検出手法によって得意な撮影状況なども異なる。このように、機械学習によるひび割れ検出手法はまだまだ確立されているとは言い難いため、これまでに考案されている手法とは異なるアプローチでのひび割れ検出手法の提案を行うことは、機械学習によるひび割れ検出手法に幅をもたせる点で有用である。そこで本研究では、近年機械学習分野で高い精度を示すことが報告されている LightGBM を用いてひび割れ検出を行い、その結果を報告する。

2. LightGBM

Random Forest はランダムに選ばれた学習データ及び説明変数から構築される複数の決定木の結果を合わせてクラス分けを行うアルゴリズムであり、多数の弱学習器を使用して高精度な予測を達成するアンサンブル学習の一種である。Random Forest は同種の教師あり機械学習手法と比較して過学習に強く、高精度であることが知られている。

一方、LightGBM は、Random Forest と同じくランダムに作成した決定木を多数用意して結果を予測するアンサンブル学習の一種である。決定木を作成する際に各分類木を作成するための学習データの選択および決定木学習中の各ノードにおいて、選択候補となる属性番号の集合をランダム化している。そのため、GBDT(Gradient Boosting Decision Tree)といわれる各ステップのパラメータを最適化する際に勾配降下法を用いる方法を用いている。GBDT では、並列処理を行う Random Forest とは違い、一つ前の決定木の誤りを次の決定木が修正することで、連続的に弱学習機を構築するブースティングという手法を行っている。そのため、Random Forest よりも精度が高くなりやすい一方で、並列計算に向いていないため、計算時間を他の機械学習手法と比べてより必要とすること、過学習しやすいこと等が特徴としてあげられる。そこで LightGBM は、GOSS(Gradient-based One-side Sampling)及びEFB(Exclusive Feature Bundling)という手法を用いることで、データ及び特徴を減らすことにより、計算時間の短縮と過学習の抑制を行っている。

3. ひび割れ検出手法

本研究では LightGBM を用いてひび割れ検出を行った。まず1回目の解析として、モデルに撮影画像と撮影画像に数種類のフィルタを適用したものを特徴量として与えて、画素単位で‘ひび割れである’・‘ひび割れでない’の2クラスに分類するように学習した。次に、2回目の解析として1回目の結果における連結領域ごとの幾何学的形状を抽出し、特徴量として与えることで同じく2クラスに分類する。検出・評価にはどちらも、すべての撮影画像から1枚をテスト画像に用いることを撮影画像枚数分繰返す Leave One Out 法で行った。同様の方法で比較対象として Random Forest でも学習と検証を行った。

キーワード ひび割れ検出, コンクリート, 機械学習, LightGBM, Random Forest

連絡先 〒790-0826 愛媛県松山市文京町三番 愛媛大学工学部 TEL089-927-9676

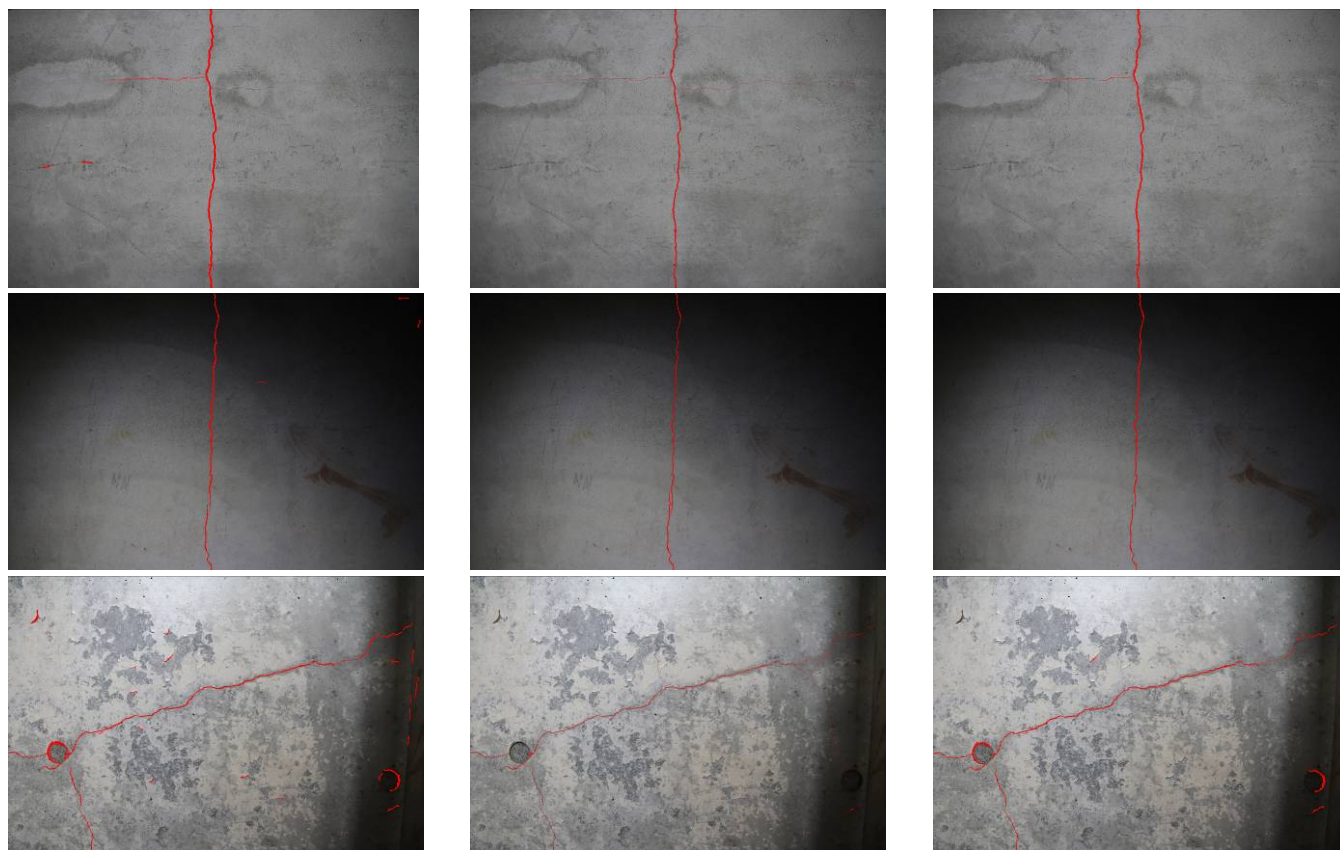


図-1 ひび割れ検出結果 (左列 : LightGBM, 中列 : 実際のひび割れ位置, 右列 : Random Forest)

4. 結果・考察

図-1 にひび割れ検出の結果の例を示す。図の上段より、コンクリート表面のひび割れ位置を高い精度で検出できていることが分かる。図の中段からは、大部分が影になっている画像においても、ひび割れを精度よく検出できていることが分かる。用意したすべての画像に関しては、未検出が非常に少なく非常に高い精度でひび割れ位置を検出することに成功している。

下段では、どちらの手法も P コン跡を誤検出している。P コン跡を除去するには 2 回目の解析時に円状の連結領域を判別できる幾何学的形状を特徴量として与え、ひび割れとの違いを明確にすることで取り除く方法や、新たに P コン跡を検出するモデルを作成することで検出結果から取り除く方法が考えられる。この方法は LightGBM だけでなく、他の機械学習手法を用いて行うことも有用であると考えられる。また、他の画像では LightGBM の結果において、ノイズが除去しきれないものがあった。Random Forest の結果ではノイズの大部分を除去できていたため、LightGBM のパラメータ調整によって解決でき

ることが考えられる。

本研究では画像を 44 枚用いて、モデルの定量的な評価を行った。検出結果の F 値は LightGBM が 0.60 となったのに対して Random Forest は 0.67 であった。今回の解析においては Random Forest の方が LightGBM よりも精度が高い結果となった。これは、二回目の解析においてノイズを除去しきれておらず、誤検出が多くなったことが原因であると考えられる。LightGBM にはパラメータが多くあり、最適なパラメータを設定できていないことが原因と考えられる。ベイズ最適化手法などによるパラメータ決定手法の適用により精度の改善が見込まれると考えており、現在、取り組んでいる。

参考文献

- 1) ディープラーニングおよび Random Forest によるコンクリートのひび割れ自動検出手法, 全 邦 釘, 嶋 本 ゆ り, 大 窪 和 明, 三 輪 知 寛, 大 賀 水 田 生, 土木学会論文集 F3, 73, (2) I_297-I_307, 2017 年
- 2) Guolin Ke et al., LightGBM, A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree, Neural Information Processing Systems, 2017.