

機械学習を適用した画像解析による ひび割れ原因の判定法に関する研究

日大生産工(院) ○小久保 雅人 日大生産工 渡部 正

1 まえがき

ひび割れをはじめとしたコンクリート構造物の点検は、主に目視や打音法で行われている。しかし、損傷の原因特定には多くの知識と経験が必要であり判断が難しいうえ、技術者一人一人の負担も年々深刻化している。本研究では、コンクリート構造物の損傷点検アプローチの一つとして機械学習での画像解析によるひび割れ原因の判定法に着目し、その実用性について検討した。

2 解析方法

2. 1 目的

画像解析は、「乾燥収縮ひび割れ」と「その他の原因のひび割れ」の判別（写真1）を行うことを目的に行った。解析時に設定するパラメータの大小が解析結果にどのような影響を及ぼすのかを検討することで、パラメータ設定への理解を深め、最適値設定の基礎的資料を得ることを目標とした。

2. 2 解析方法

ニューラルネットワーク設計ソフトの Neural Network Console (SONY) を用いて、表1に示すようなパラメータスタディーを行った。ケースAを基準として、それぞれ1つのパラメータのみを変更し解析を行った。これらはそれぞれ5回ずつ解析を行い、解析値の平均を結果とした。また「元の画像データを左右反転させることでデータ増量を行ったもの（合計186枚）」と、「データ増量を行わないもの（合計93枚）」を同条件下でそれぞれ解析した。その後、結果の比較、検討を行った。

2. 3 変更するパラメータ

(1)ピクセルサイズ(Output Width/Height)

画像の縦横の大きさ。

(2)画像補正(Shaping Mode)

アスペクト比のズレを補正する機能。

Trimming：画像の端を切り取る。

Padding：画像の端に0（黒）を挿入する。

(3)学習・判定データ比率(Ratio)

学習データ・判定データに分ける際の比率。合計で100%になる。

(4)一度に処理されるデータ数(Batch Size)

画像データが束ごとにまとめて処理される際の束の数を指す。

(5)世代数(Max Epoch)

学習データ全体を何巡するかを指す。

(6)Save Bestの有無

Max Epochに関わらず最も誤差の小さいEpochのネットワークを保存する機能。

(7)画像のファイル形式

画像ファイルを保存する際の形式。



写真 1 乾燥収縮ひび割れ（上）とアルカリ骨材反応のひび割れ（下、その他の原因のひび割れ）

Study on judgment method of cause of crack by image analysis
applying machine learning

Masato KOKUBO and Tadashi WATANABE

4 解析結果

今回の解析より得られた正答率を図1に示す。

解析結果に着目すると、ケースKがどちらの場合も高い正答率となった。これに関連したパラメータであるMax EpochのケースI, JはケースKより低い正答率となっており、これら3つは186枚と93枚の差が非常に大きい。よってEpoch数は正答率に最も影響するパラメータであり、解析において誤差の少ないEpochを設定することが重要であるとわかる。またケースAとの比較により、Max Epochの最小誤差値は51~149の間に存在して、Save Best機能によるEpoch保存もこの付近の値と考えられる。

一方、正答率が最も低くなったのはケースDとなった。正答率の低さが顕著である理由として、画像データを外側から自動トリミングしたためひび割れ箇所の考慮がなされていなく、ひび割れ自身の重要な特徴量をシャットアウトしてしまったためと考えられる。

表1 各パラメータ設定の一覧

	ピクセルサイズ	画像補正	データ比率	Batch Size	Max Epoch	Save Best	ファイル形式
A	50,50	Padding	70:30	28	100	無し	JPEG
B	25,25	Padding	70:30	28	100	無し	JPEG
C	75,75	Padding	70:30	28	100	無し	JPEG
D	50,50	Trimming	70:30	28	100	無し	JPEG
E	50,50	Padding	90:10	28	100	無し	JPEG
F	50,50	Padding	50:50	28	100	無し	JPEG
G	50,50	Padding	70:30	1	100	無し	JPEG
H	50,50	Padding	70:30	56 (14)	100	無し	JPEG
I	50,50	Padding	70:30	28	50	無し	JPEG
J	50,50	Padding	70:30	28	150	無し	JPEG
K	50,50	Padding	70:30	28	100	有り	JPEG
L	50,50	Padding	70:30	28	100	無し	PNG

解析結果

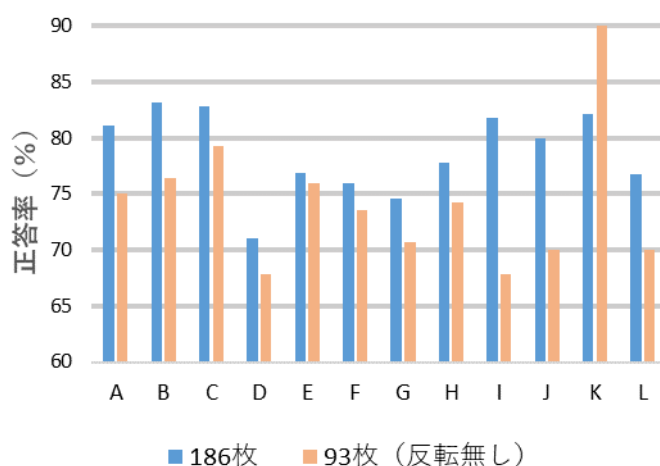


図1 解析結果

そのため、ひび割れ箇所が中央に一定となるよう画像を撮影することや、ひび割れ箇所を考慮したトリミングを行うと、異なる結果が得られる可能性がある。

またケースGも正答率が比較的低く、その差も他より大きい。Batch Sizeは一度に処理するデータ数を示すため、それが1となると膨大な処理が発生する。それにより画像データの本質的でない特徴量を学習することで起こる過学習現象が発生しているため正答率が低くなったと考えられる。

ケースLにおけるファイル形式では、JPEGとPNGで大きな差が見られた。膨大な色数を表現可能で可逆圧縮可能なPNGよりも画像データ容量の少ないJPEGの方が正答率は高くなった。画像データ解析において画像の色数や容量は重要でない可能性がある。

図1全体に着目すると、左右反転込みの画像186枚の正答率が全体的に高い傾向がある。画像データ数が増えると学習データ数も増えるため、より多くの特徴量の抽出に繋がるためと考えられる。よって解析の際は画像データ数を増やした方が正答率は高くなる可能性がある。

5 まとめ

今回の結果を踏まえて特に考慮すべきパラメータは以下の通りであることが分かった。

- (1)Save Best : 有り (Max Epoch : 100)
- (2)画像補正 : Padding
- (3)Batch Size : 28
- (4)ファイル形式 : JPEG

しかしBatch SizeやMax Epochは数値の幅が広く、まだ検討の余地が多い。特にMax Epochに関しては、Save Bestの有無に関わらず最小誤差を示すEpochの基準が不明であり、これを如何にして設定していくかが今後の課題である。

またパラメータの大小における影響は常に一定ではなく、解析の環境 (画像データ数、判別対象、ネットワークの種類) によって変化するものと考えられる。異なる環境においてもパラメータ最適値を試行することで、解析精度や信頼性の向上を目指したい。

「参考文献」

- 1) 日本コンクリート工学会,「コンクリートのひび割れ調査,補修・補強指針」2013, pp.41-63.
- 2) 神崎洋治,最新 人工知能がよ〜くわかる本, 秀和システム, 2016.