

CNN による耐候性鋼材のさび外観評価のためのアーキテクチャの検討

長崎大学 学生会員 ○辻純江

長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

長崎大学大学院 正会員 中村聖三

長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

ミニマムメンテナンス橋構想が提唱されて以降、耐候性鋼橋が多く建設されている。その点検は近接目視の外観評価で行われ、点検者により評価結果のばらつきが発生する。そこで近年では画像によるさび外観評価が試みられている^{1)~3)}。本研究では代表的な画像識別用の CNN モデルの中から適切なアーキテクチャとパラメータを選定するための検討を行った。

2. 検討概要

(1) さび画像

耐候性鋼橋の目視点検の経験を十分に有する技術者が評定を行ったデジタル画を使用した。耐候性鋼の外観は一般に表 1 に示す評点 1~5 の 5 段階で評価されるが、本研究ではさび外観評点 5 種類のうち、処置が必要な評点 1, 2 をクラス 0、不必要な評点 3~5 をクラス 1 とし、それぞれ 672 枚、79 枚、計 751 枚のカラー画像を使用した。さび画像の各評点の内訳を表 2 に、各評点の代表的な画像を図 1 に示す。全体のうち 2 割を訓練用、8 割を検証用とした。また、縦 960 ピクセル×横 960 ピクセルの近接画像を、中央から縦横 128, 227, 341, 454 ピクセルの 4 つのサイズにトリミングを行った。さらに学習用の画像ではランダムに上下左右反転させた。

(2) 機械学習モデル

Python3.9 のもと Tensorflow 環境下において、耐候性鋼のさび外観評価を行う機械学習モデルとして、MobileNetV2、VGG19、ResNet50V2、ResNet152V2 の 4 つを検討対象とした。MobileNetV2 は 32 個の畳み込み層と 19 個のボトルネック層で

構成され、モバイルアプリケーションのように制約された環境下に特化している。VGG19 は畳み込み層 16 層と全結合層 3 層の総数 19 層の CNN モデルで 3×3 の小さな畳み込み層が連続している特徴がある。ResNet50V2 は深さが 50 層の畳み込み CNN モデルで、ResNet152V2 は深さが 152 層の CNN モデルである。バッチサイズは 16 または 32、エポック数は 64 または 200 とし Accuracy、Recall の検証を行った。

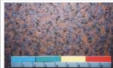
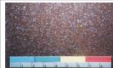
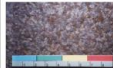
3. 学習結果

画像サイズ、バッチサイズ、エポック数、CNN モデル毎の Accuracy と Recall を表 3 に示す。表中の赤色は 95% 以上、青色は 70% 台を示す。表 3(a) はバッチサイズ 32、エポック数 64、表 3(b) はバッチサイズ 16、エポック数 64、表 3(c) はバッチサイズ 32、エポック数 200、表 3(d) はバッチサイズ 16、エポック数 200 の検証結果を示している。

(1) 画像サイズの影響

画像データのサイズに着目して表 3(a)~(d) の全体を見ると、VGG19 を除いたアーキテクチャは、縦横 341 ピクセル以上だと 90% 以上の Accuracy で識別が可能となる傾向が得られた。また ResNet152V2 は、縦横 128 ピクセ

表 1 一般的なさび外観評価の一例

外観評点	画像	さびの状態	処置
評点5		少量	不要
評点4		粒径1mm以下で均一	
評点3		粒径5mm以下	
評点2		うろこ状	要経過観察
評点1		層状剥離	必要

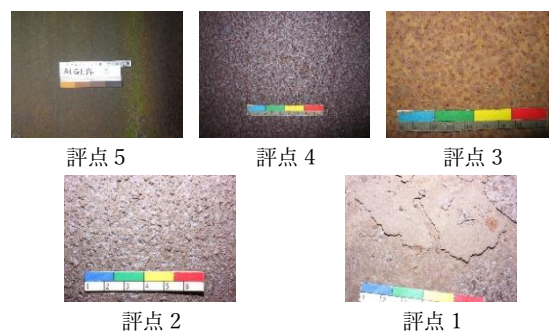


図 1 用いたさび画像の一例

表 2 画像データの内訳

クラス	0			1	
評点	評点 1	評点 2	評点 3	評点 4	評点 5
技術者評点A	126枚	235枚	221枚	151枚	18枚
技術者評点B	142枚	219枚	311枚	49枚	30枚
計	672枚			79枚	
	751枚				

ルのとき Accuracy は全て 70% 台となった。また Recall については、VGG19 を除くアーキテクチャでは、縦横 454 ピクセルのとき 90% 台となった。

(2) エポック数の影響

エポック数の影響については、表 3(a)と表 3(c)において、バッチサイズが 32 のときエポック数を増やすと Accuracy, Recall も向上する傾向がみられた。特に MobileNetV2 は画像データ縦横 454 ピクセルのとき最高の Accuracy を、ResNet152V2 は画像データ縦横 341 ピクセルのとき最高の Recall を示した。またエポック数 200 の時点で全てのアーキテクチャで Accuracy は収束した。

(3) バッチサイズの影響

バッチサイズについては、表 3(a), (b)からわかるように、エポック数 64 のとき MobileNetV2 は全ての画像サイズで Accuracy が向上した。また縦横 454 ピクセルのとき、MobilenetV2 と ResNet50V2 は 95% 台に向上したが、ResNet152V2 は反対にバッチサイズを減らすと Accuracy も減少した。表 3(c), (d)からわかるように、エポック数 200, 画像サイズ縦横 454 ピクセルのとき、MobilenetV2 はバッチサイズを 32 から 16 に減らすと Accuracy も減少したが、VGG19, ResNet50V2 の Accuracy は向上した。また Recall については、表 3(a), (b)からわかるように、エポック数 64, 画像サイズ縦横 341 ピクセルのとき、ResNet152V2 以外はバッチサイズを 32 から 16 に減らすと向上し、全てのアーキテクチャで 90% 台を示した。また Accuracy とは反対に表 3(c), (d)からエポック数 200 のとき MobilenetV2 はバッチサイズを 32 から 16 に減らすと Recall は向上した。

4. まとめ

本研究では、代表的な CNN モデルの中から適切なアーキテクチャとパラメータの検討を行った。本研究で対象とした 4 つのアーキテクチャでは、表 3 に示すように Accuracy は MobileNetV2 と ResNet50V2, Recall は ResNet152V2 が総じて高い精度を示した。MobileNetV2, ResNet152V2 は画像サイズ縦横 454 ピクセル、バッチサイズ 16, エポック数 200 のときに、ResNet50V2 は画像サイズ縦横 454 ピクセル、バッチサイズ 32, エポック数 200 のときに、Accuracy と Recall でバランスよく高い精度を示す。なお、使用した画像は明るさの調整をしていないため、今後明るさの調整による精度の変化を確認する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 高田耕平, 北原武嗣: 深層学習を用いた耐候性鋼橋梁のさび外観評点システム, AI・データサイエンス論文集, 1 巻, J1 号, pp. 359-364, 2020.
- 2) 田井政行ら: 耐候性鋼板のさび外観評点識別精度に及ぼす CNN モデルと画像サイズの影響, AI・データサイエンス論文集, 2 巻, J2 号, pp. 378-385, 2021.
- 3) 蓮池里菜, 木下幸治: 畳み込みニューラルネットワークを用いた腐食環境が異なる鋼材腐食部劣化度判定の試み, AI・データサイエンス論文集, 1 巻, J1 号, pp. 365-372, 2020.

表 3 学習結果

(a) バッチサイズ 32, エポック数 64

画像データ	Accuracy				Recall			
	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2
454 × 454	94.03%	88.74%	94.70%	95.36%	93.66%	87.98%	94.49%	94.35%
341 × 341	92.05%	86.75%	94.03%	91.39%	88.77%	87.05%	92.83%	91.80%
227 × 227	85.43%	88.11%	88.07%	87.41%	90.73%	84.09%	86.48%	88.92%
128 × 128	78.14%	80.13%	83.44%	74.83%	81.25%	82.77%	86.36%	83.51%

(b) バッチサイズ 16, エポック数 64

画像データ	Accuracy				Recall			
	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2
454 × 454	95.36%	89.40%	95.36%	94.70%	93.60%	86.34%	94.15%	95.12%
341 × 341	91.39%	84.76%	94.03%	91.39%	91.07%	90.64%	93.45%	91.36%
227 × 227	86.75%	81.45%	88.07%	88.07%	88.74%	84.87%	92.13%	85.71%
128 × 128	80.13%	80.13%	82.11%	78.14%	86.86%	79.13%	83.27%	85.16%

(c) バッチサイズ 32, エポック数 200

画像データ	Accuracy				Recall			
	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2
454 × 454	96.68%	90.06%	95.36%	95.36%	94.13%	93.53%	96.12%	95.93%
341 × 341	91.39%	86.09%	94.03%	92.71%	89.96%	85.38%	92.06%	96.50%
227 × 227	88.74%	81.45%	90.06%	87.41%	83.03%	86.75%	88.33%	89.64%
128 × 128	80.79%	81.45%	83.44%	76.15%	80.28%	83.78%	86.64%	82.60%

(d) バッチサイズ 32, エポック数 200

画像データ	Accuracy				Recall			
	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2	MobileNetV2	VGG19	ResNet50V2	ResNet152V2
454 × 454	95.36%	91.39%	96.02%	95.36%	95.78%	87.10%	95.66%	96.38%
341 × 341	92.05%	86.09%	94.70%	92.71%	91.92%	87.62%	93.26%	93.51%
227 × 227	88.74%	82.11%	90.06%	88.74%	89.41%	85.26%	88.92%	89.65%
128 × 128	80.79%	79.47%	85.43%	78.80%	83.62%	81.62%	82.82%	82.65%