

敵対生成ネットワーク(GAN)を用いた工業製品の画像拡張と分類実験

永田研究室 F118014 岡川 修平

1. 目的

製品の検査工程において機械学習は労働力不足や検出基準の不確かさの解決策に貢献している。しかし、機械学習による分類精度を高めるには十分な量のデータセットが必要であり、不良品画像においては発生頻度に依るため良品画像に比べてデータセットが十分に集まらないといった問題がある。新たな画像拡張手法として注目されている敵対生成ネットワーク(GAN: Generative Adversarial Networks)で生成した画像が訓練用データセットとして有効であるかを検証するとともに、従来の画像拡張手法である画像の回転、反転と併用することで分類精度の向上を試みる。

2. 研究内容

GANとは、生成器を通してノイズから生成された偽物の画像を、オリジナル画像で学習した識別機で正誤分類し、フィードバックすることでオリジナル画像に近づけていく画像拡張法である。本研究では良品 19996 枚、不良品 20004 枚、計 40000 枚のコンクリートの画像を用意し、CNN 訓練用の良品と不良品の画像としてそれぞれ 2000 枚、CNN テスト用の良品 1996 枚、不良品 2004 枚、GAN 訓練用の良品と不良品の画像としてそれぞれ 16000 枚に分け、各データセットを A, B, C とした。また、C の不良品画像 16000 枚を C1, C の 16000 枚の全良品画像を C2, C1 の中で小さい傷が含まれた 640 枚の画像を C3 とした。さらに、C1 をもとに GAN に学習させた後に生成した画像 12000 枚を C1' ; C2 をもとに GAN に学習させた後に生成した画像 12000 枚を C2' ; C3 をもとに 90°, 180°, 270° 回転, 左右反転, 上下反転により 6 倍の 3840 枚に拡張し、GAN に学習させた後に生成させた画像 2000 枚を C3' とした。CNN の学習では不良品と良品の分類ラベルをそれぞれ NG, OK とした。A のみで学習を行った CNN を CNN1; NG に C1', OK に C2' を用いて学習させたモデルを CNN2; NG に A, C1' 8000 枚, C3' 2000 枚の計 12000 枚, OK に A, C2' 10000 枚の計 12000 枚を用いて学習させたモデルを CNN3 とした。CNN の学習ネットワークは GoogLeNet の転移学習により 2 クラス分類が可能なモデルを設計し、ミニバッチサイズ:30, 最大エポック数:32, 分類精度を 0.999 にして行った。

3. 結果

Fig. 1 には欠陥を含むオリジナル画像と GAN で生成した画像の例を示す。右の画像は GAN で生成されているがコンクリートらしい表面性状や傷の様子が良好に再現できている。CNN1 と CNN3 の分類結果を比較すると CNN3 の NG 画像に対する分類精度が向上していた。このことから、GAN で生成した画像にも機械学習を行うために必要な特徴量が含まれていたものと思われる。NG の分類精度が向上した理由として検出が困難だった小さな欠陥が含まれた画像を GAN で画像拡張したことにより、より学習が進んだと考えられる。



Original image Augmented image
Fig. 1 Augmented image using GAN.

ただし、CNN2 のように GAN で生成した画像のみで学習させた場合には、OK の誤分類枚数が 247 枚と増えていることが確認できる。GAN で生成した画像だけではオリジナル画像と同等の特徴量を持つことができず、CNN が汎化性能を持つには一定数のオリジナルデータも訓練データに含ませておく必要があると思われる。さらに、CNN3 が NG を OK と誤分類した画像を観察すると傷の位置が画像の四隅にある特徴が見受けられたため、今後はテンプレートマッチングなどの手法を取り入れるなど改善を試みる必要がある。

Table 1 Classification results using CNN1, CNN2 and CNN3 (Row: predicted labels, Column: true labels).

| CNN1 | NG | OK | CNN2 | NG | OK | CNN3 | NG | OK |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NG | 1989 | 15 | NG | 2003 | 1 | NG | 1997 | 7 |
| OK | 1 | 1995 | OK | 247 | 1749 | OK | 1 | 1995 |