

GANによる除錆度判定システムのための教師画像生成と生成画像の客観評価

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○小瀧 初音, 河原 達哉
 松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠, 武邊 勝道, 広瀬 望

1. はじめに

異常さびが生じた耐候性鋼橋梁において、環境改善による対応が難しい場合には補修塗装を行う。補修塗装では、耐久性を向上させるために下地処理が重要である。耐候性鋼橋梁の下地処理は、素地調整程度I種と付着塩分量に関する基準¹⁾に従い、ブラスト処理によりISO規格 Sa2 1/2 以上の除錆度が求められる。ところが、除錆度の判断はISO規格²⁾にある代表写真例と比較して目視で行われていることから、定量的で容易に判断できる技術が求められる。大屋ら³⁾は、深層学習を用いた素地調整時の除錆度判定システムの構築を試みている。本システムは、JIS Z0313で規定された除錆度に基づき、画像をSa1, Sa2, Sa2 1/2, Sa3の4段階に分類するシステムで、限られたブラスト時の写真の分類精度は95%を超えている。しかし、教師画像に適した除錆度の画像は少なく、汎化性能を向上させるためには、学習に使用する教師画像を強化する必要がある。

そこで本研究では、ノイズから多様な画像が生成できる敵対的生成ネットワーク(Generative Adversarial Networks, GAN)を用いて、除錆度判定システムの教師画像を生成することを試み、生成された画像が教師画像として使用可能か検討する。

2. 教師画像生成の概要

(1) GAN

GANは、生成器と識別器で構成された生成ネットワークである⁴⁾。図1にGANの構造を示す。生成器による画像生成と、識別器により本物(データセット画像)か偽物(生成画像)かの判断が繰り返されることで生成器と識別器が競い合って学習し、データセットと類似した画像を生成することができる。

(2) データセット

本研究では、GANのデータセットとして、ブラスト後の鋼材表面の画像を使用した。鋼材表面の画像は、カラー画像として256×256×3でシフトしながら小領域キーワード 耐候性鋼材, 素地調整, 除錆度, GAN, SSIM

画像を切り出した。除錆度判定システムの教師画像として用いた画像をGANのデータセットとして用いた。画像の一部を写真1に示す。

(3) 生成画像の評価手法

表1にデータセットの画像枚数と画像生成の条件を示す。CASE1は、識別器による生成画像の正答率(accuracy)が低くepoch数の少ない場合、CASE2は、正答率の推移から学習が収束したと判断した場合、CASE3は、過学習が予測される場合である。GANの生成画像の評価は、大屋らが構築した除錆度判定システムの分類器による判断精度で評価した。GANで生成した画像500枚をテストデータとして用い、正しく分類された枚数で評価した。生成した画像の客観評価として、構造的類似性指数(Structural SIMilarity, SSIM)⁵⁾を用い、生成した画像の多様性を評価した。SSIMは、比較で用いる画像を小領域で切り取り、輝度、コントラスト、構造の変化を比較した値である。0に近いほど多様な画像を生成したと評価できる。

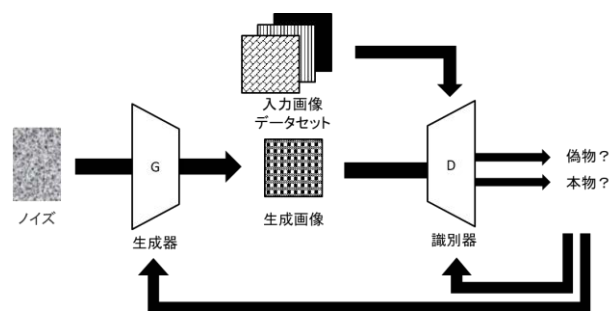


図1 GANの構造

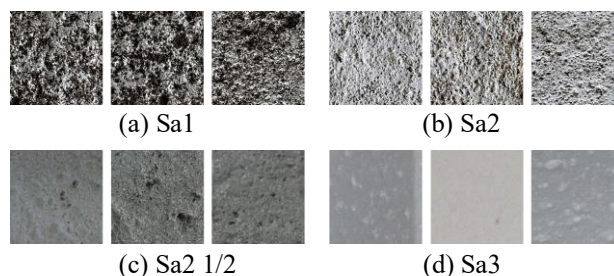


写真1 除錆度判定システムとGANのデータセット

4. 生成画像の評価

(1) 精度の評価

表 2 に除錆度判定システムによる分類結果を示す。CASE1 ではすべての画像が Sa2 1/2 に判定され、CASE2、CASE3 でも Sa2 1/2 の判定に偏っている。GAN はノイズからデータセットに類似した画像を生成していくため、学習が未熟である CASE1 で出力されるノイズ交じりの画像を Sa2 1/2 と判定しやすい、除錆度判定システムの特徴を確認した。そのため、epoch 数が増えてもノイズが混入する GAN の性質を考慮すると、CASE3 でも Sa2 1/2 に判定が偏ったと考えられる。また、CASE3 では、epoch 数が多く、識別器が生成画像を偽物であると判断する性能が過度に向上した。今後は、学習が安定するようにパラメータの調節や画像生成に適した epoch 数を特定することが必要である。また、鋼材表面には除錆度のムラがあり、鋼材表面全体から専門家が評価した除錆度に他のレベルが混入している可能性があることから、データセットの画像を再分類することで、生成画像の精度が向上する可能性がある。

(2) 多様性の評価

Sa1.0 の CASE2 と CASE3 を比較すると、epoch 数の増加に伴い、SSIM 値が 0 に近づく関係を示した。CASE3 では、SSIM 値が 0.500~0.700 程度でありデータセットに極端に類似した画像を 72 枚生成した。epoch 数が増加した場合、過学習によりデータセットに類似した画像を生成すると考えられる。このことから、SSIM 値の算出により、過学習によるモード崩壊により生成された画像の判定の可能性が確認された。

5. まとめ

GAN で生成した画像は、凹凸表現が少ないことや学習の不安定さから、生成した多くの画像が正しい除錆度に判定されなかった。今後は、学習が安定するパラメータの調節や epoch 数の特定、データセットの再分類が必要である。また、SSIM の算出により、モード崩壊により生成された画像の判定が可能であることを確認した。ある。ま

た、SSIM の算出により、モード崩壊により生成された画像の判定が可能であることを確認した。

表 1 画像枚数と生成画像の評価条件

| 除錆度 | | Sa1 | Sa2 | Sa2 1/2 | Sa3 |
|-------------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 画像枚数 | | 150 | 140 | 250 | 1050 |
| epoch | CASE1 | 15 | 20 | 20 | 15 |
| | CASE2 | 498 | 496 | 495 | 495 |
| | CASE3 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| accuracy(%) | CASE1 | 37.5 | 75.0 | 35.9 | 59.4 |
| | CASE2 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | CASE3 | 98.4 | 98.4 | 100.0 | 96.9 |

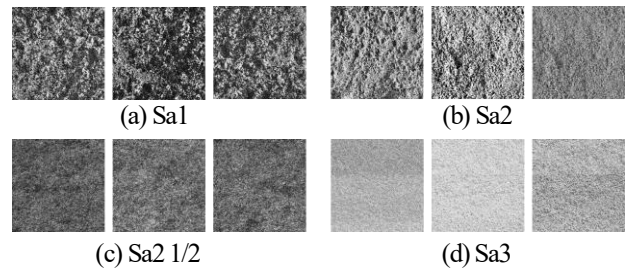


写真 2 GAN で生成した画像

謝辞

本研究の実施にあたり、腐食した耐候性鋼材のプラスト後の画像データを日鉄防食(株)より提供いただきました。ここに記して敬意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，pp. II-111-II-120, 2014.
- 2) ISO 8501-1:2007：Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings, 2007.
- 3) 大屋誠，諏訪太紀，河原達哉，武邊勝道，広瀬望：深層学習を用いた鋼構造物の措置調整時の除錆度判定システム，AI・データサイエンス論文集，Vol.2, pp.771-776, 2021.
- 4) Goodfellow Ian., et al., Generative adversarial nets, Advances in Neural Information Processing Systems, pp.2672-2680, 2014.
- 5) Wang Zhou., et al., Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity, IEEE Transactions on Image Processing, 2004.

表 2 除錆度判定システムによる分類結果

| 分類前 \ 分類後 | Sa1 | | | Sa2 | | | Sa2 1/2 | | | Sa3 | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | CASE1 | CASE2 | CASE3 | CASE1 | CASE2 | CASE3 | CASE1 | CASE2 | CASE3 | CASE1 | CASE2 | CASE3 |
| Sa1 | 0 | 1 | 73 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sa2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 311 |
| Sa2 1/2 | 500 | 491 | 367 | 500 | 498 | 327 | 500 | 268 | 392 | 500 | 500 | 167 |
| Sa3 | 0 | 8 | 60 | 0 | 1 | 84 | 0 | 232 | 108 | 0 | 0 | 22 |