

山岳トンネルの切羽観察におけるスケッチ業務の自動化に向けた GAN モデル構築

飛島建設 正会員 ○鈴木 亮汰

飛島建設 正会員 松元 和伸

1. はじめに

山岳トンネルにおける切羽観察は、切羽の安全管理や工程管理に影響を与える重要な業務の一つであるが、掘削作業に与える影響を最小限にしながら記録を実施する必要があるなど、制限された環境下での作業が要求されている。このような背景から、筆者らは深層学習を活用し、切羽観察記録生成の効率化を目的とした技術開発を行っている。

切羽観察記録の入力項目の一つである切羽スケッチについては、画像から画像を生成する敵対的生成ネットワーク（Generative Adversarial Network, 以降 GAN）を活用した効率化を提案し、それに伴ってデータセットの作成及び収集作業を行っている。本論文は、複数の GAN モデルを切羽スケッチ生成に特化する形で学習させ、出力された生成器の性能を比較して報告するものである。

2. 使用した深層学習モデル

GAN は生成器 (Generator) と識別器 (Discriminator) を競い合わせるようにして繰り返し学習させることで、実物に近い生成を実現する試みである。目的に応じたさまざまな GAN モデルが発表されているが、本論文においては、画像から画像を生成する GAN である pix2pix¹⁾ と pix2pixHD²⁾ を用いて切羽スケッチの自動生成を行っている。これらは、変換前後のペアで画像を用意して学習処理を行う GAN であり、入力

用しおり、学習のエポック数はそれぞれ 100 と 200 に設定した。

3. データセットの構築

7 のトンネル現場から 251 枚の切羽写真を対象に対応する切羽スケッチデータ (Ground Truth) を作り、251 組のデータセットを作成した。なお、スケッチデータは、切羽観察記録中の「褐色」「緑色」「白色」といった見た目に関する文言を参考にして作成している。これにより、岩種や風化変質度合いの違いから切羽写真をデフォルメした画像データとなっている。GAN の学習においては、図 1 に示すような左右反転や回転、剪断、色調変更といった Augmentation 処理を実施し、最終的に 2510 組のデータセットとした上で使用した。

4. 画像生成結果

図 2 に学習で得られた生成器を使用して学習に使用した切羽写真を変換した結果を示している。Ground Truth の画像を生成するよう学習処理を行っているが、pix2pix では割目沿いに介在する粘性土(白色)や薄く介在する泥岩(灰色)を表現できていないのに対し、より高解像度な出力を行う pix2pixHD では、はっきりと表現されていることが確認できる。

一方、図 3 は検証用の切羽写真に対して変換を実施した結果を示している。高解像度の出力を行う

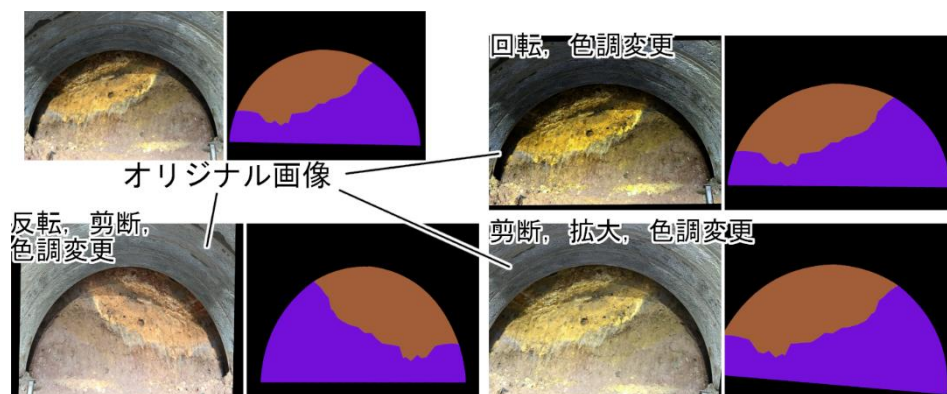


図 1 Augmentation 処理の例

キーワード トンネル, 切羽観察, 深層学習, GAN, pix2pix

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設(株) 技術研究所 TEL 04-7198-1101

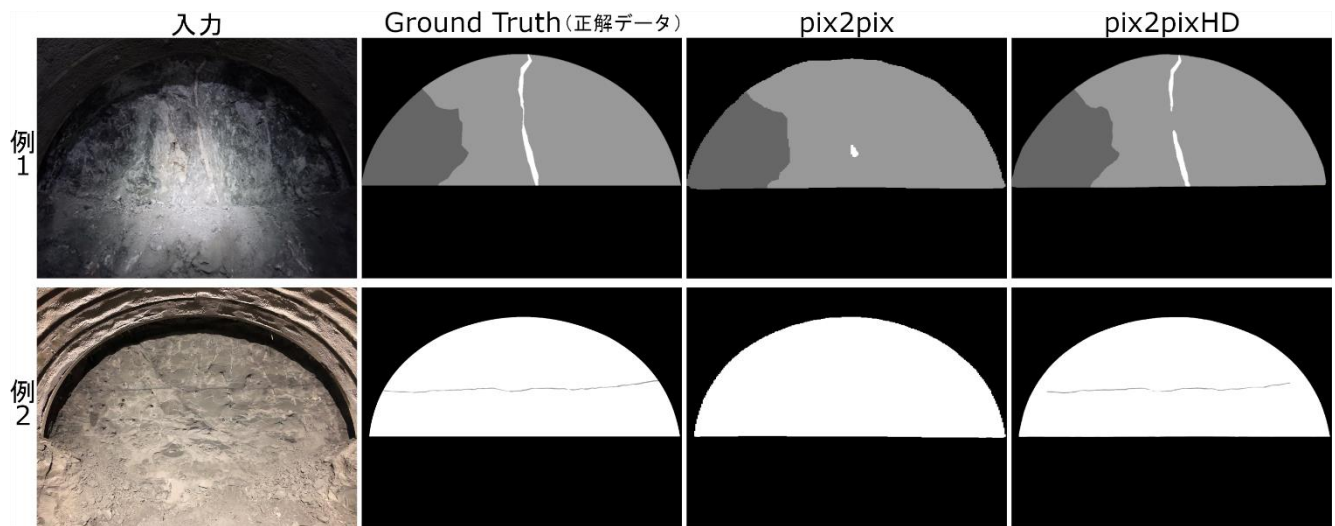


図2 学習用データの出力比較

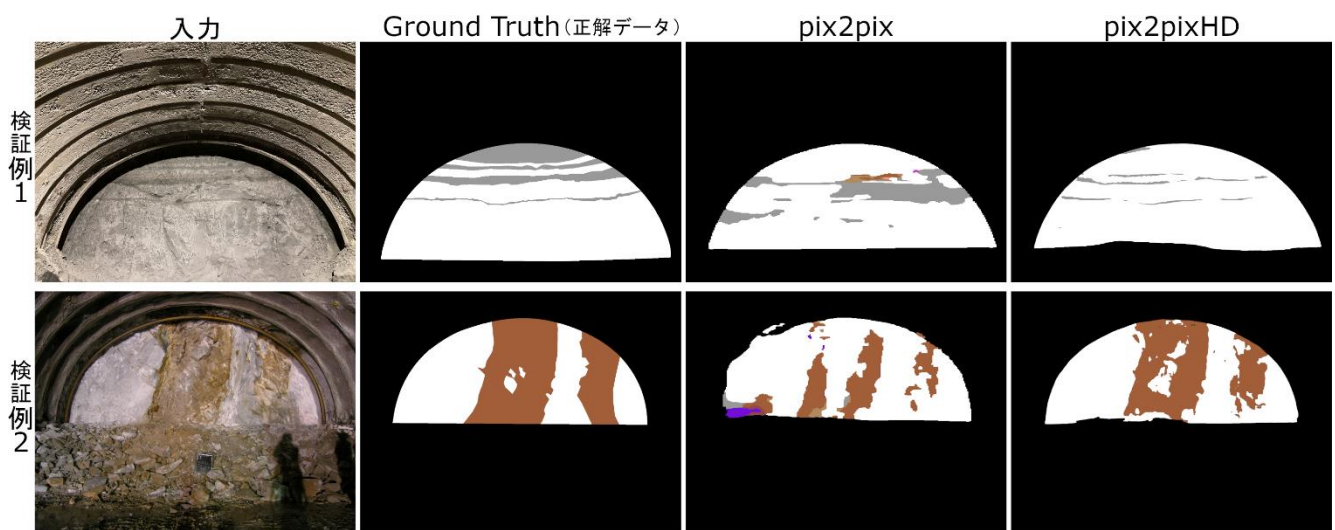


図3 検証用データの出力比較

pix2pixHDの方が岩種の境界を、よりGround Truthに近い形で表現できているほか、切羽の輪郭についてもpix2pixHDの方が正確に滑らかな表現となっている。ただし、pix2pixより細かい多数のノイズが確認されており、切羽観察記録への適用に際しては修正処理を行う必要性が考えられる。

5. おわりに

切羽写真に対して画像変換型のGANを適用し、切羽スケッチの出力を試みた。画像変換を行うことができる、pix2pix、pix2pixHDにより、切羽写真を岩種や風化変質度を区別してマッピングすることができ、高解像度の出力を行うモデルであるほど詳細な表現が可能であることが分かった。しかしながら、高解像度の出力では複雑なノイズが発生し、これを除去するのに要する計算量が飛躍的に増大するため、切羽

観察への組み込みには支障となる可能性が懸念される。

今後は、GANの出力に対する効率的なノイズ除去処理法を開発するほか、安定した挙動の生成器構築のために、より多様なデータセットを充実させる計画である。

参考文献

- 1) P. Isola, J. Y. Zhu, T. Zhou and A. A. Efros: Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 5967–5976, 2017.
- 2) T.-C. Wang, M.-Y. Liu, J.-Y. Zhu, A. Tao, J. Kautz, and B. Catanzaro: High-Resolution Image Synthesis and Semantic Manipulation with Conditional GANs, in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 8798–8807, 2018.