

## 点検橋梁の画像追加による UAV 損傷検出の強化

埼玉大学 学生会員 ○藤嶋 斗南  
埼玉大学 正会員 党 紀

### 1. はじめに

近年、社会資本施設の老朽化や建設業における労働人口減少が問題となっており、人材不足の解消、生産性向上を可能とするため、土木分野における AI の活用が進められている。特に、深層学習を用いた画像認識技術の発展がめざましく、社会資本施設の維持管理へ適用することで、作業の合理化・効率化、点検内容の客観性維持といった効果が期待される。また、橋梁定期点検の 1 巡目が終了し、近接目視が困難な箇所での損傷事例が多く見受けられ、点検作業の安全性確保も課題となっている。そこで、近接目視の代替として UAV を活用することによって、点検作業の安全性を確保することも着目されている。

本研究では、セマンティックセグメンテーション手法の 1 つである U-Net モデルを使用し、橋梁を撮影した UAV 画像における自動損傷検出を試みた。複数損傷の同時検出では、データセットのアンバランス化による検出性能の偏りが生じやすいため、橋梁での主となる損傷の 1 つであり、変色という特徴によって背景部との境界が分かりやすい腐食損傷にのみ着目した。また、UAV 画像は教師画像に利用した橋梁点検調査書の画像よりも背景部の割合が大きいため、誤検出が発生しやすく、これを防ぐ必要がある。1 つの UAV 映像から取り出し可能な画像は数千枚にも及び、その中から数枚の画像を取り出し、アノテーションを行うことで橋梁自体や橋梁周辺の情報が学習可能であれば、数枚のアノテーションにより、数千枚の UAV 映像全体の損傷検出の強化につながるのではないかと考え、教師画像への UAV 画像の追加によって、背景部の誤検出問題を解決した。

### 2. データベースの構築

本研究では損傷検出を実施するモデルとして学習効果、時間効率といった面でのバランスに優れている U-Net を選択した。損傷画像は橋梁点検調査書データより、腐食画像を合計 2426 枚抽出し、この内 80% を訓練用画像、20% をモデル評価のための検証用画像として利用した。収集した画像に対して VGG-Image-Annotator を用いて背景と腐食という 2 種類のラベリングとし、アノテーションを実施した。収集した際に画像の解像度は縦横それぞれ 100~400 ピクセルとばらつきが存在したため、224×224 ピクセルの画像へと統一した。

### 3. UAV 画像追加による損傷検出の強化

学習させた U-Net モデルを用いて、UAV 画像に対し損傷検出を実施した。この際、損傷箇所を明確にし、認識しやすくするため、1 枚の UAV 画像を複数の 224×224 ピクセル画像へと分割したものを検出用の画像として用意した。100Epoch の学習で検証用データの mPA は 0.872 であった。損傷検出結果例を図-1 に示す。腐食部の検出に関しては概ね良好な検出が確認でき、橋梁点検調査書によるモデルの学習は UAV 画像での損傷検出にも適応性を有していることが判断できる。しかし、背景部に誤検出がいくつか見受けられた。これを解消するため、検出を行う UAV 画像を抽出した映像内の別画像を訓練用画像へと含めることで、背景部も学習させるという手法を取り、誤検出の改善を図る。

損傷検出を実施する橋梁画像と同じ橋梁を撮影した UAV 映像データから別の画像を抽出し、訓練用画像として追加した。この時追加する画像は、1 枚の 2016×4032 ピクセル画像を 162 枚の 224×224 ピクセル画像へと分割したものとした。1 枚分ずつ訓練用画像へと追加し、図-1 に示した画像を対象として目立った背景部の誤検出が消失した枚数を検証する。図-2 に UAV 画像追加による検出結果の変化を示す。

キーワード UAV, U-Net, AI, 橋梁, 損傷自動検出, 腐食

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学工学部環境社会デザイン学科 TEL 080-2841-1044

3枚分の UAV 画像を追加した時点で背景の誤検出が消失した。他に3種類の橋梁画像に対して検証を実施し、2種類の画像で3枚分、1種類の画像では1枚分の画像追加で背景部の誤検出が消失した。今回検証した全ての橋梁において誤検出が消失した結果が得られ、概ね3枚分の追加で効果ははっきりと現れた。この時の訓練用画像と追加画像の割合がおおよそ8:2となっている。

森林や別構造物といった橋梁外の背景以外にも、検出橋梁の主桁における非損傷部の誤検出が消失した結果も得られ、損傷検出を実施する橋梁自体の学習を行うことで、非損傷部の特徴抽出に作用していると考えられる。

#### 4. まとめ

背景部の誤検出減少のため、UAV 画像を訓練用画像へ追加し学習させた。追加画像の学習により、背景部の誤検出は消失するという結果が得られた。UAV 画像は橋梁自体の学習により、橋梁上の非損傷部へ、周辺情報の学習により、橋梁外の背景に作用すると考えられ、橋梁の種類、色合いといった橋梁の様子が分かり、かつ、橋梁周辺の情報も含まれている少量の画像を、データセットに追加することで損傷検出結果を向上させるという手法が有効的ではないかという可能性を示した。

#### 参考文献

- 1) Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox : U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Computer Science Department and BIOS Centre for Biological Signalling

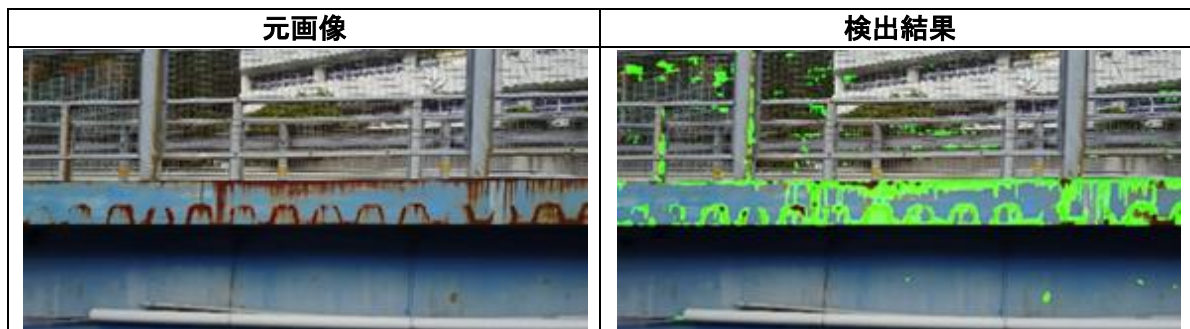


図-1 データセット改良前の損傷検出





追加枚数	追加画像	検出結果
+1 (162枚)		
+2 (324枚)		
+3 (486枚)		

図-2 画像追加ごとの損傷検出結果