

令和5年度研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「人間とAI協働型画像損傷セグメンテーションの開発」
研究代表者 ・氏名(ふりがな):党 紀(とう き) ・所属、役職:埼玉大学、准教授
研究期間:令和4年10月～令和7年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 埼玉大学
研究の背景・目的 橋梁維持管理、災害調査に関わる業務において、近年 AI、UAV、IoT などの先端技術を活用して、インテリジェンスな橋梁管理手法が求められている。特に地方自治体やコンサルタント会社における UAV 橋梁点検、AI による損傷認識のニーズが高まっている。本研究では、初期訓練された固定された AI ではなく、実用しながら点検者の経験と修正を加えて仕上げて行き、使えば精度が高くなる AI を提案して、実用方法を提示して、その有効性を検証する。
研究内容(研究の方法・項目等) 申請者の研究グループでは、近年下記のような研究を実施している。 (1) UAV 橋梁点検について:提案者のグループでは、UAV の基本性能を定量的に評価するために、飛行試験と推力試験を行い、UAV の点検の安全性と実用性に関係性が高い耐風性能について、風洞実験より計測を行い、また推力などの指標から耐風性能を簡易的に推定できる式を提案した。 (2) 損傷認識について:UAV を用いて橋梁点検を行い、橋梁写真から損傷を存在するものと種類検出する問題に対して、深層学習手法である畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いたことを試みた。 (3) 近年、ピクセルレベルで画像分類するセグメンテーションの手法として、最初は全畳み込みネットワーク(FCN)および逆畳み込みと畳み込みの中間層を利用する U-Net を提案され、提案者のグループでは、橋梁損傷をピクセルレベルで認識する手法として FCN と U-Net を用いた場合の検証を行った。 本研究では今までの研究を踏まえて、下記の技術の実現を目的としている。 (1) 現在の腐食に着目するセグメンテーション AI を拡張して、複数損傷を認識するセグメンテーション AI の訓練を実施する。 今後の計画として (2) データベースのある写真のみならず、現場の環境に適用しやすく、背景を損傷に誤認識問題を解決するために、現場写真を用いた増強 AI を提案して、その効果を検証する。 (3) 損傷検出 AI をスマホアプリに実装して、人間と機械の協働するプラットフォームの土台を構築する。 (4) 人間と協働型 AI アプリ、作業者が AI の提案した損傷を修正して、AI が自動的に再訓練されるアプリを開発する。

令和5年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

研究成果の概要

本年度の研究成果について、下記の項目となる。

課題目標 2：現場写真を用いた増強 AI

訓練済みの AI モデルをそのまま使うのではなく、2、3枚現場の雰囲気写真を使って仕上げ訓練を実施することで、背景を損傷として誤認識を減らし、精度を向上する方法を提案して、日本の橋梁と背景や形式が異なるケニアで調査した橋をベンチマークとして検討を行った。

Case1 として点検調書画像のみで構成されたデータベースに対して損傷検出を実施した結果を図に示す。背景である草を腐食と誤認識するエラーが生じている。Case1 の結果を踏まえ、Case2 として検証橋梁を撮影したデータの一部を点検調書で構成された教師画像に含め、AI モデル全体をはじめから学習させることにより検出精度の向上を図った。しかし、Case2 の手法では、新たにデータの読み込みと学習を一から行う必要があり、AI モデルの学習スピードや計算量、データ量が増加してしまう。そこで、既存の AI モデルを転用することで学習スピードや計算量、データ量を大幅に削減可能である、ファインチューニングと転移学習を Case3、Case4 として実装する。本研究で実施するファインチューニングと転移学習は学習済みモデルに点検調書画像で学習されたモデルを使用し、追加学習として対象となる橋梁の画像を学習することにより、各橋梁に、より特化した損傷検出を実施する手法となっている。

損傷検出結果と Pixel Accuracy, mIoU の値を以下の図-1、表-3 に示す。赤色が腐食、黄色が漏水の検出を示しているが、誤検出が改善していることが伺え、いずれの手法も Case1 と比較して精度が向上しており、Case3、Case4 は特に優れた強化性能の結果が得られた。

さらに、今回の 3D 損傷モデルの作成では Metashape Pro を用い、損傷セグメンテーションされた画像に対して Structure from Motion (SfM) と Multi View Stereo (MVS) と呼ばれる技術を活用することによって 3D 損傷モデルの作成を実施した。図-2 に作成した 3D 損傷モデルの例を示している。

課題 3：スマホアプリのプロトタイプの開発

BMS(橋梁管理システム)スマホアプリのプロトタイプを開発した。このアプリでは、橋梁情報の入力と管理、点検者、点検の実施と報告の機能のほか、YOLO を用いた損傷認識手法も実装した。

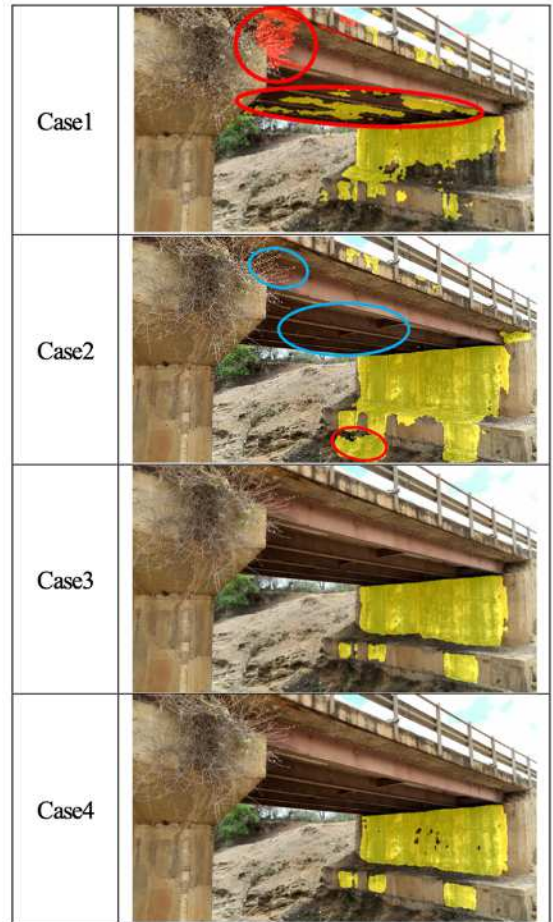


図-1 損傷検出結果

表-3 Pixel Accuracy と mIoU

	Case1	Case2	Case3	Case4
Pixel Accuracy	0.864	0.891	0.947	0.935
mIoU	0.173	0.232	0.391	0.419



図-2 3D 損傷モデル