

第3回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト わくわく賞受賞

ドローン画像を用いた
橋梁点検支援システムの開発！

豊田工業高等専門学校 情報工学科

教授

はやさか

早坂

たいち

太一

環境都市工学科

准教授

おおはた

大畑

たくや

卓也

1. はじめに

この度の第3回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト（以下、「インフラテクコン」という）2022に際し、豊田工業高等専門学校の大畑・早坂 Lab チームが提案した「ドローン画像を用いた橋梁点検支援システムの開発！」がわくわく賞を受賞し、誠にありがたく、厚くお礼申し上げます。今回のわくわく賞の栄誉を授けられたのも多くの皆さま方のご支援のおかげと存じ、深く感謝しております。

大畑・早坂 Lab チームは、豊田工業高等専門学校 専攻科 建設工学専攻の安田 悠哉くんと、専攻科 情報科学専攻の村上 智久真くんの2名のチームです（写真-1）。建設工学を学んだ安田くんは、チームのリーダーを務め、豊田市で行われた橋梁点検結果を分析し、鋼橋、コンクリート橋、木橋、石橋と種類が異なる橋梁の損傷を分類、それぞれの劣化と特徴的な画像を結び付けてAIの学習データを作成しました。また、動画作成やプレゼンなどでリーダーシップを発揮してくれました。

一方、情報工学を学んだ村上くんは、専門とする画像認識技術を応用し、深層学習を行うことにより、土木技術者と同様の橋梁点検が行えるようAIに学習させました。



写真-1 大畑・早坂 Lab チーム
（左：安田くん、右：村上くん）

本稿では、大畑・早坂 Lab チームが「わくわく賞」をいただくに至った背景として、第3回 インフラテクコンでの取り組みについて紹介します。

2. プロジェクトを行った背景

読者の皆さまには釈迦に説法で恐縮ですが、日本の道路インフラの根幹である橋梁を守るため、現在、法律で5年に一度、全ての橋梁の点検が義務付けられています。

日本には橋梁が約73万橋あり、このうち、地方公共団体が管理する橋梁が約66万橋と、全体の9割以上を占めています。多くの橋梁を抱える地方公共団体では土木技術者が不足し、特に町役

場や村役場では、人材そのものが不足して困っています。さらに、橋梁点検に関わる多くの費用が地方公共団体の負担となっています。

学校が所在する愛知県豊田市は橋梁の数が多いのですが、幸いなことに土木技術者も多く在籍しています。そこで、豊田市が蓄積した経験・技術と高専生が得意とするものづくりを生かして、橋梁点検に困っている町役場を「技術で支援したい!」と思い、本プロジェクトを実行することを決意しました。

豊田市役所と豊田工業高等専門学校は、包括連携協定を締結しており、双方の知的人的資源等を活用しながら現在、共働によるまちづくりを進めています。そこで、豊田市役所が橋梁点検（1巡目）を実施した際の点検データを活用し、人工知能（AI）によって橋梁の劣化度を判定するシステムを開発することにしました。

3. システム開発

本プロジェクトのシステム開発にあたり、従来のAI判定に用いられている機械学習ではなく、深層学習を採用しました。多くのデータから規則性や関連性を見つけ出し判定を行う機械学習に対して、深層学習は人間の神経回路をモデルとした多層構造アルゴリズムを用いるのが特徴です。深層学習は複雑な特徴量などを判定することに長けているため、橋梁の劣化度判定に用いることにしました。

豊田市が管理している1,185橋梁のうち、施工後10年以降の橋梁写真データ（鋼橋、コンクリ

中央部分を抽出し、299×299pxにリサイズ

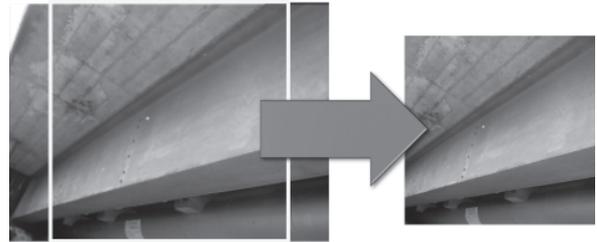


図-1 学習およびテスト用画像の抽出

ート橋、木橋、石橋）に、橋梁点検士が診断した5段階の劣化度に応じたa～eを紐付けました。さらに、図-1に示すように画像を抽出・リサイズし、学習データとして使用しました。なお、写真データのうち、697枚については深層学習を行わず、精度判定用のテスト用データとしました。

学習データの写真枚数が1,000枚程度の場合の正解率（橋梁点検士が診断した点検結果との一致率）は30%程度でしたが、写真枚数を2,000枚、5,000枚と増やすことで、正解率は、それぞれ40%、50%となり、写真枚数を増やすごとに正解率が向上しました。なお、何も学習していない場合は、5段階評価のため、20%の正解率となります。

4. システム構成

本プロジェクトを実施しているうちに、高知県や島根県では、県職員自らが橋梁の直営点検を実施していることを知りました。足場を組んで近接目視や打音検査をすることが難しいため、ドローンを用いて写真を撮影し、橋梁点検に精通した県職員が劣化度を記録に残していました。

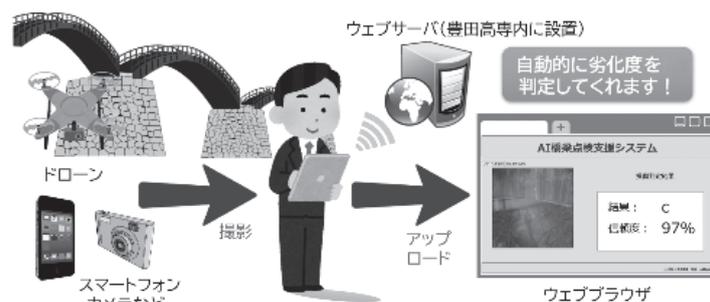


図-2 開発システムの構成

そこで、本プロジェクトでは、図-2に示すように、ドローンに搭載されたデジタルカメラで撮影した橋梁の拡大写真をアップロードすると、劣化度合いをAIで推論した結果が自動的に出力されるウェブアプリケーションの形式で提供することにしました。

5. 川辺町役場へのヒアリング

プロトタイプシステムが完成したところで、近隣の町役場や村役場に橋梁点検について取材の依頼をしました。岐阜県・川辺町役場から、本プロジェクトの趣旨に賛同いただき、訪問しました(写真-2)。

町役場の橋梁点検担当者とは、土木技術者が不足している現状と、ドローン画像を用いた点検支援システムについて情報交換しました。岐阜県では、町役場や村役場だけでなく、市役所でも土木技術者が不足しており、AIを活用した橋梁点検に活路を見出したところを評価していただきました。

また、「信頼性の向上」について課題をいただ



写真-2 川辺町役場でヒアリング

き、精度向上に努めました。具体的には、学習データを9,552枚に増加させたことで、精度を約10%向上させることに成功しました。さらにシステムの改良により、信頼度が5%以上の第2候補まで含めた場合の正解率は、72.3%(土木技術者が判定した点検結果との一致率)とすることができました。

6. 実際の橋梁を用いた検証

ドローンに搭載されたデジタルカメラを用いて、AIにより部材損傷判定を行うことが可能か、実際の橋梁で検証を行いました。検証を行った橋梁は、豊田市内のコンクリート橋である一の瀬橋、天満橋、および鋼橋の逢々橋です。検証に使用したドローンは経済産業省の橋梁点検のための無人航空機性能評価手順書を参考にし、PHANTOM3 PROFESSIONAL(重量:1,280g、カメラの有効画素数:12.4M)を選定しました。

検証では、橋梁に直接アクセスが可能な場合(一の瀬橋)、橋梁に直接アクセスできない場合を想定して橋梁の選定を行いました。なお、橋梁に直接アクセスできない場合は、橋梁直上からドローンを降下させて撮影した場合(天満橋)と、橋梁から離れた場所からドローンを飛行させて撮影した場合(逢々橋)の2種類について検証しました。

写真-3に実際の橋梁を用いた検証の様子を示します。ドローン撮影画像に示すように、比較的鮮明な画像を取得できることが確認できました。また、橋梁に直接アクセスできない場合について



写真-3 実際の橋梁を用いた検証の様子

も、橋梁側部から主桁や床版、支承の撮影を行うことが可能でした。しかし、風が強い状況下（風速5m/s以上）では、ドローンの操縦が困難となることが確認できました。

また、検証で使用したドローンはGPSによるフライト機能を有していたため、橋梁下に潜り込んで撮影を行った場合、GPS情報が取得できず、ドローンが流されるという現象が発生しました。

そのため、橋梁の下から撮影を行う箇所については、ドローンのデジタルカメラの角度を調整し、離れた位置から橋梁下を撮影することによりドローンが流されることを回避して画像を取得することが可能となりました。

今回の検証では、ドローンにより取得した多くの画像は、点検技術者が判定した結果と一致しました。しかし、コンクリート橋である一の瀬橋では、写真の撮影箇所により判定結果が変動したり、信頼度が低下したりするなどの現象が生じました。この現象は、コンクリートの損傷度、ひび割れ幅やひび割れ間隔が影響するためと考えられます。

また、橋梁が逆光となる場合にひび割れを正確に検出することができず、損傷度の判定結果に影響を及ぼすと推察されます。しかし、鋼橋である逢々橋の主桁では、安定して損傷度の判定を行うことが可能であり、点検技術者の点検結果とも一致することを確認しました。

今後、AI技術が発展し、橋梁点検の分野に応

用が進むにつれ、ドローンなどの無人航空機により対象橋梁の点検画像を取得した後に、深層学習による推論を行わせることで、より高精度な橋梁の損傷判定が可能になると考えます。

これらの技術を活用することにより、土木技術者が在籍していない地方公共団体であっても、補修や補強が必要となる橋梁のスクリーニングにAIを活用し、インフラ整備を推進していくための「集中と選択」をしていただければ幸いです。

7. おわりに

豊田市が蓄積した経験と技術、高専生が得意とするものづくりを生かして橋梁点検に困っている町役場を「技術で支援したい!」という学生たちの熱い願いから誕生した本プロジェクトは、多くのプラチナ賞（チャレンジ賞、日本管財賞、日本技術士会賞、熊谷組賞）も受賞しました。その副賞として、現場見学会やオンライン交流会を企画していただきました。

現場見学会では、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の競技会場である有明アリーナの裏側を見学しました（写真-4）。選手や関係者しか入ることの許されない控室や記者会見会場なども見学でき、感動しました。また、シールドトンネルの現場見学をさせていただき、土木工事の「安全管理・安全対策」の大切さを教わりました（写真-5）。



写真-4 有明アリーナ現場見学会



写真-5 豊田北部併設水路現場

オンライン交流会では、道路管理者が道路附属物を維持管理するためのソリューション技術について紹介していただきました。私たちのチームは地方公共団体のデジタル化と効率化をイノベーションによりサポートすることを至上命題としており、とても活発な議論を行うことができました。

私たちのチームは基本理念を、「現場 100 回」としてきました。第 3 回 インフラテクコンを通じて、道路管理や保全事業を行われているスバル興業株式会社と意見交換する機会を設けることができました。ドローン画像を用いた橋梁点検支援システムを高く評価し、学生たちの取り組みについても称賛してもらいました。

学生たちは、自分たちの手で完成させた作品が現場のプロフェッショナルに評価いただけたことをとても喜び、学生たちにとって大きな自信とな

りました。指導教員としても、第 3 回 インフラテクコンに参加し、多くの企業とのつながりを経験した学生たちの、成長していく姿を垣間見ることができました。

私たちのチームは本年度も新たな課題に挑戦し、皆さまをワクワクさせることのできる提案をしたいと考えています。

読者の皆さまをはじめ、インフラテクコン協賛企業の皆さまとつながりを持つことにより、指導教員として学生の成長を見守っていきたいと思っています。

最後になりましたが、インフラテクコン実行委員会の皆さまをはじめ、本校の学生・教職員、豊田市役所職員ならびに川辺町職員より多くのご支援を賜っていること、この場をお借りして深くお礼申し上げます。