

橋梁点検への支援技術となる AI の活用と評価手法

(国研) 土木研究所 正会員 ○茂木 正晴
 (国研) 土木研究所 正会員 二宮 建
 (国研) 土木研究所 正会員 森川 博邦

1. 目的

道路橋の点検時に効率的な変状等の取得を行ううえで、道路橋点検士への安全確保や足場・交通規制、取得された点検情報の整理について合理化・省人化を図るための点検支援技術（写真-1）の開発・現場での活用が進められている。

また、安全かつ効率的な点検を支援するための点検ロボットの活用のほか、取得された点検の情報を立体的に把握するための3次元モデル化、記録された変状等の大量な画像等の情報を効率的に整理することが可能な点検 AI の活用に向けた取り組みを進めている。

本研究は、道路橋点検士への支援として、点検時に取得される床版等に発生するひびわれや漏水・遊離石灰等の変状を推論する点検 AI 開発を推進し、広域な範囲で取得された大量な変状等の画像情報を効率的に整理することを目指した。

本報告では、点検時における支援として点検 AI の活用シーンを挙げ、写真-1 UAVによる点検支援例企業等によって開発された点検 AI の性能を統一された評価方法により客観的で公平な評価するための手法を述べる。なお、本研究は、“AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究（平成30年度～令和3年度）”（このうち点検 AI（画像解析）開発グループ、以下、共同研究）の成果となる。



2. 本研究における点検 AI

点検 AI の研究開発を進めるうえで、どのような課題（事象）に対して AI を活用するのか、点検時における人の行動プロセス（以下、認知情報処理）から把握する必要がある。

本研究では、認知情報処理の中でどのような問題解決を AI に任せ、橋梁点検に活用するものか研究開発方針を整理した。

道路橋点検士は、図-1 に示すように橋梁点検時に近接目視により変状等を発見・取得している。その後、判定・診断に必要な技量を持った技術者によって様々な情報（設計情報・設置環境等）と知見・経験から損傷原因となる変状を特定（認識:パターンマッチング）し、具体的な維持管理に必要な方策（判断）に基づき適切な維持管理（実行）を行っているものと考えられる。

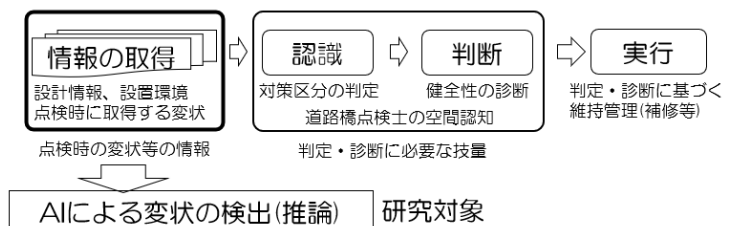


図-1 橋梁点検時における情報処理モデル

点検データは、写真-1 に示す点検支援技術を活用した場合、効率的に広範囲な画像情報を取得することができる。一方、取得される画像情報は、大量なものとなり、記録や診断等へ情報を提供するための変状等の抽出・整理等の作業に労力を要する。

点検時に取得された点検写真のような画像情報から変状を検出する技術は、深層学習等によって可能なもので、一般的に市場で活用されている顔認識や物体の認識技術として活用されている。点検 AI として活用する場合、変状等の特徴量や変状画像を中心とした様々な学習用のデータ（教師データ）を AI に学習させることによって変状

キーワード 点検支援技術、点検 AI、活用シーン、点検 AI 評価

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人 土木研究所 先端技術チーム TEL029-879-6757

等の推論が可能となる。本研究では、人への点検作業軽減を目的とした点検 AI として、図-1 に示す AI による変状の検出(推論)技術を研究対象とした。

3. 点検 AI の活用シーン

本研究では、共同研究者によって開発された点検 AI の特徴を整理し、表-1 に示す活用シーン①～③を提案した。点検 AI は、通常の点検若しくは必要に応じ点検ロボット等による支援によって取得された情報から、診断若しくは記録を行ううえで必要となる変状情報(変状の有無)のスクリーニング機能としての活用を想定したものとなる。

表-1 点検 AI による活用シーン

| | |
|--------|------------------------|
| 活用シーン① | 点検時に取得した画像データから変状のみを推論 |
| 活用シーン② | 変状の推論のほか、変状の種類毎に弁別 |
| 活用シーン③ | 変状の程度(特徴量)に応じた詳細な弁別を支援 |

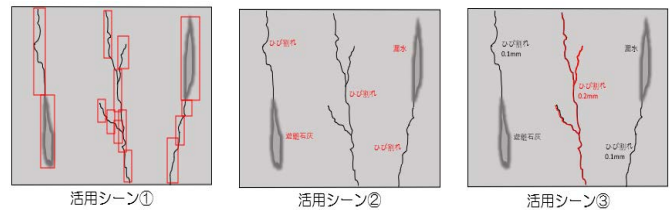


図-2 活用シーンのイメージ

4. 点検 AI 評価の考え方

点検 AI を現場で活用するためには、提案された活用シーンへの適用性に関する検証が必要となる。

そこで、活用シーンに応じた点検 AI の評価手法に関する検討を進めた。

表-2 混合行列

AI 業界での一般的な深層学習による AI の推論精度の検証は、表-2 に基づく混合行列が主に用いられている。混合行列によって、正しく推論された件数や誤って推論された件数を比較することが可能となる。

| | | 推論結果 | |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 変状(ひび割れ)あり Positive | 変状(ひび割れ)なし Negative |
| 真値 | 変状(ひび割れ)あり Positive | TP | FN |
| | 変状(ひび割れ)なし Negative | FP | TN |

本研究では、点検 AI 評価として、図-3 に示すように推論された結果をブロック単位で TP, TN, FP, FN を確認し、評価項目による精度の検証を提案した。特に点検 AI が「変状を見逃さずに推論すること」、「評価対象となる点検 AI を使用することで点検が効率化できること」を検討の着眼点とした。

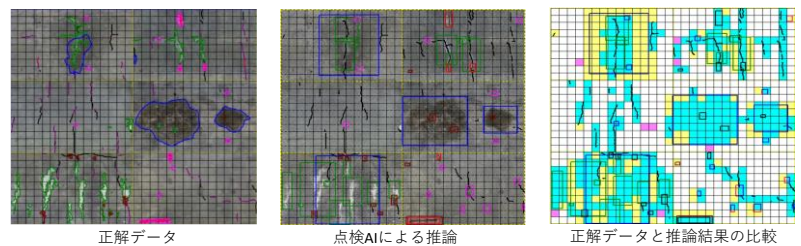


図-3 ブロック評価による点検 AI の評価例

点検 AI 評価は、支援技術として活用する AI の性能検証を目的とし、一般的に実施されている精度競争を中心としたブロック評価のほか、点検 AI を支援技術として活用する道路橋点検士の視点から AI による変状の推論の妥当性を検証する必要がある。

そこで、点検 AI によって推論された変状を道路橋点検士の視点で確認することとし、図-4 に示すように現場での実装を想定し、活用時に誤解が生じないように適用範囲や留意点を明示といった評価を提案した。

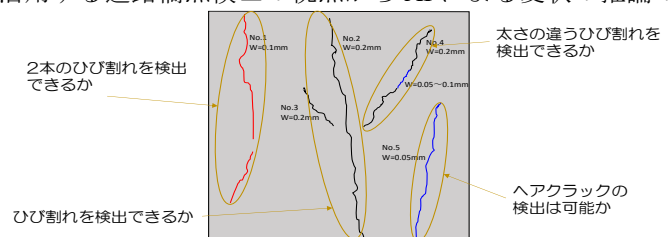


図-4 道路橋点検士視点での評価のポイント例

5. まとめ

本研究では、橋梁を効率的・効果的に維持管理するための点検支援技術となる点検 AI の活用について活用シーンの提案と点検 AI の活用するうえでの性能を検証するための評価手法を提案した。今後は、活用シーンに応じた評価検証を進め、現場での活用推進に助力したい。なお、共同研究者によって開発された点検 AI の評価検証結果については別で述べる。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、点検 AI の活用シーン及び評価手法の提案において、共同研究者、国土交通省公共事業企画調整課より情報等提供をいただきました。この場をかりて御礼申し上げます。