

一般車両による動的応答と画像解析（AI）を組み合わせた 路面状態の1次スクリーニング手法の提案

J I Pテクノサイエンス株式会社 正会員 ○高橋 宗昭
J I Pテクノサイエンス株式会社 星野 隼人
J I Pテクノサイエンス株式会社 正会員 巻幡 憲俊

1. はじめに

舗装の管理では大型車交通量や求められるサービスレベルなどの観点により道路を分類しており¹⁾、それぞれの分類に応じた点検を行っている。舗装管理の現状において、大型車交通量の少ない道路、特に生活道路に対しては損傷の進行が緩やかかつストック量も多いため、巡視の機会を通じた路面管理を原則としているが、巡視結果だけでは定量的・客観的な評価が難しい。また、大型車交通量の多い道路については5年に1回程度以上の頻度を目安として適切に管理することが望ましいとされるが、損傷レベルが表層機能保持段階（診断区分Ⅱ）に進行後、進展状況によっては次の点検時期の前に修繕段階（診断区分Ⅲ）に到達することが想定されるため²⁾、5年の点検サイクルの間にも、定期的に路面状況を把握することが可能なスクリーニング手法が求められる。そこで、IRI 推定結果と AI を用いた画像解析結果を組み合わせた、簡便かつ定量的な1次スクリーニング手法を提案する。

2. IRI を用いた簡易路面点検方法とその課題

ストック量が多い生活道路を定量的・客観的に評価する手法として、路面性状の評価指標の1つである IRI（国際ラフネス指数）がある。IRI は様々な路面の状態について比較的簡便に相対比較することが可能な指標で、国内でも適用されている¹⁾。また、点検に掛かる費用を軽減するため、点検技術については簡便で安価な新技術の導入が期待されており²⁾、図-1 のようなスマートフォンに搭載された加速度・角速度センサおよび GPS（位置情報）を用いて高精度に IRI を推定する点検システムが開発されている^{3) 4)}。

一方で、IRI のみを評価指標とした場合、路面状況は良好だが、路面上に敷設されたインフラ構造物の影響により IRI が悪化していると判定されるケースや、逆に IRI が良好と判定された区間に、ひび割れ等の損傷が発生しているケースが想定される。IRI のみでの評価では、実際の路面状況とのマッチングが困難で、IRI が良好または悪化している要因を特定できないという課題があることから、解決策として、IRI 推定結果の要因分析を補完する手法について検討を行った。

路面状況は良好だが IRI が悪化していると判定された区間については、図-2 のような路面上に敷設された構造物である「マンホール」と「ジョイント（伸縮装置）」が連続しているケースがあること、IRI が良好と判定されたが、実際は何らかの損傷が発生している区間については、図-2 のようなひび割れ（線状、初期～中期進行の亀甲状）が生じているケースがある。また、路面状況の要因を特定する手法として、路面状況を撮影した動画（画像）から AI を用いて要因を検出する技術が知られていることから、課題の解決方法として、上述し



図-1 スマートフォンを用いた点検システム

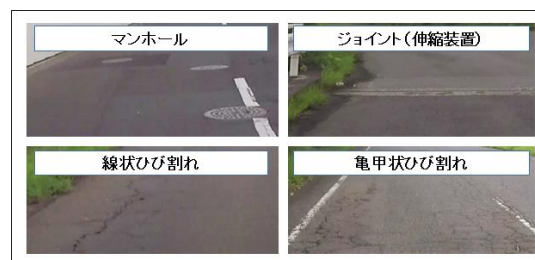


図-2 IRI 推定結果の相違発生要因

キーワード 維持管理、舗装、IRI、ひび割れ、ディープラーニング、スクリーニング
連絡先（住所：東京都千代田区九段南 1-3-1 電話：03-6272-8237 FAX：03-3263-7012）

た損傷要因を対象とした AI を用いた画像解析手法の開発を行った。

3. AI を用いた IRI 路面評価の補完手法の開発

AI を用いた画像解析手法の開発にあたり、AI 学習データについては、図-2 の 4 つの要因についてクラス分類し、舗装工学を専門とする熟練技術者が、撮影画像から各クラスの教師画像として約 250～1,200 枚、検証用画像として 100 枚ずつ作成した。要因検出には、物体検出手法である YOLOv2 を採用し⁵⁾、検出時のしきい値および学習の繰り返し回数の検討を行った上、ディープラーニングを実施した。開発の過程で各クラスに誤検出が発生したことから、誤検出しやすい対象物を排除用のクラスとして追加し、更に検出対象範囲を路面上に限定した。その結果、路面上の敷設構造物およびひび割れの検出結果として、表-1 に示す再現率・適合率が得られた。また、検出したひび割れについては、道路維持管理上「ひび割れ率」による管理を行っていることから、「メッシュ法」に基づいたひび割れ率を算出するシステムを構築し、IRI 推定結果の要因検出を比較的容易に行うことが可能となった。

表-1 AI 学習結果

再現率 = $\frac{\text{正解を検出した数}}{\text{各クラスの正解数}}$

適合率 = $\frac{\text{正解を検出した数}}{\text{各クラスの検出数}}$

クラス分類	再現率	適合率
マンホール	73%	63%
ジョイント	50%	92%
線状ひび割れ	71%	72%
亀甲状ひび割れ	71%	72%

4. IRI 推定技術と AI を組み合わせた 1 次スクリーニング手法

IRI 推定結果と AI を用いた画像解析結果を組み合わせた、簡便かつ定量的な 1 次スクリーニング手法を提案する。図-3 に示すフローのとおり、道路管理者はスマートフォンを用いた点検システムおよび動画撮影による点検（計測）を実施し、計測データから IRI 推定と AI 画像分析を行う。IRI 推定結果と AI 画像分析結果を道路中心線座標と GPS 情報を基に評価区間単位でマッチングし、区間ごとの評価を可視化する。マッチングにより抽出された IRI と実際の路面状況に相違がある区間については、ひび割れ率の算出結果を含めた要因の検出・確認を行い、道路分類の管理レベル、点検結果と要領を照らし合わせた損傷の進展状況、および利用者へのサービスレベルを考慮した上で、要補修対象区間の判定を行う。

5. まとめ

簡便な新技術を用いて算出した IRI 推定結果および AI を用いた画像解析結果を組み合わせた結果、定量的かつ実際の路面状況に沿った点検結果としての 1 次スクリーニングが可能となり、実運用でのコスト面で従来から大幅に安価になると期待できる。今後は構築したひび割れ率計算・集計システムの検出精度について、引き続き検証を行う予定である。

【参考文献】

1) 国土交通省：舗装点検要領（平成 28 年 11 月）。

2) 国土交通省ホームページ：これからの舗装マネジメント，<https://www.mlit.go.jp/common/001145725.pdf>，（参照 2021-04-01）。

3) 長山智則ら：走行時の車体振動を利用したハーフカーモデルの同定と路面縦断形状の推定，土木学会論文集 E1（舗装工学）75 巻 1 号，pp.1-16.2019。

4) 国土交通省ホームページ：NETIS（新技術情報提供システム）テーマ設定型 技術公募『路面性状を簡易に把握可能な技術』の試験結果，<https://www.skr.mlit.go.jp/pres/h30backnum/i1515/181228-1.pdf>，（参照 2021-04-01）。

5) J. Redmon, A. Farhadi: YOLO9000: Better, Faster, Stronger, The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp.7263-7271, 2017。

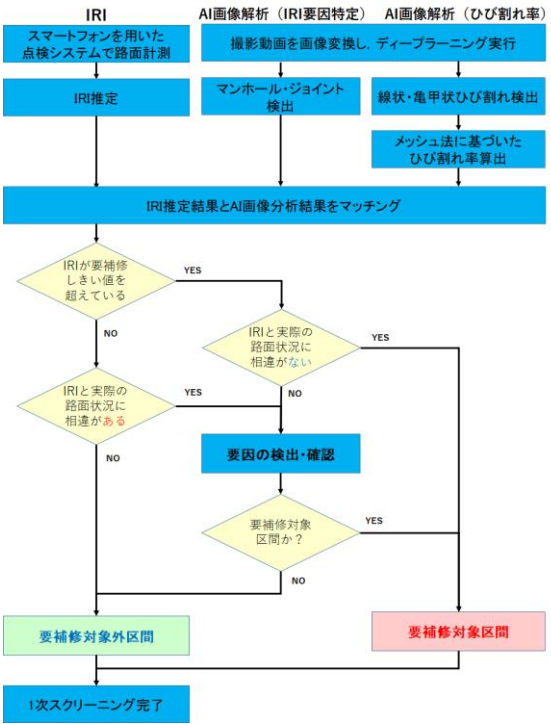


図-3 1 次スクリーニング手法