画像活用による路面損傷検出の省力化試行

「映像を活用した舗装補修工事における品質管理の高度化について」

応用技術(株) 正 ○渡辺健司　柳澤幸信　立命館大学 正 横山隆明
(株)愛亀 正 黒河洋吾 (株)環境風土テクノ 正 須田清隆 可児建設㈱ 正 可児憲生

1. 目的

『「平成 30-令和元年度 松二維持工事」施工現場における品質管理の高度化を図る技術の試行業務』では，路面撮影画像の利活用により，舗装路面クラック調査の正確化および迅速化に取組んだ．本件の目的は，その一環として，路面撮影画像に対する画像認識により路面損傷検出の省力化を試行するものである．

2. 実施概要

今回は深層学習による画像認識の学習モデルを構築し,路面画像からの損傷自動検出を試みた．

学習モデル構築で道路損傷オープンデータ（東京大学生産技術研究所の関本研究室が公開）を活用した．

教師データの追加により学習モデルを改良し自動検出の精度を高め、検出作業省力化の程度を評価した．

3. 路面損傷のオープンデータを活用した学習モデル構築

東京大学生産技術研究所の関本研究室では，「スマートフォンを用いた深層学習による道路損傷検出に関する研究」において， 7 自治体の総計約 1,600km の道路で 16 万枚の道路画像を取得し，損傷がある画像を目視で判定した．その結果 9,053 枚のラベル付き損傷画像を得て，それをデータセットとして公開している．（参照：https://github.com/sekilab/RoadDamageDetector）なお、道路損傷は「舗装の維持修繕ガイドブック 2013（日本道路協会)」に準拠し表 1 のように分類されている．今回はこのオープンデータを教師データとして路面損傷検出モデル(ver1)を構築した．スナップ写真に対して損傷自動検出した例を図 1 に示す．

表1　道路損傷分類

分類記号	概要
D00	線状ひび割れ(縦)-車輪走行部
D01	線状ひび割れ(縦)-施工ジョイント
D10	線状ひび割れ(横)-間隔が均等
D11	線状ひび割れ(横)-施工ジョイント
D20	亀甲状ひび割れ
D40	段差・ポットホール・剥離

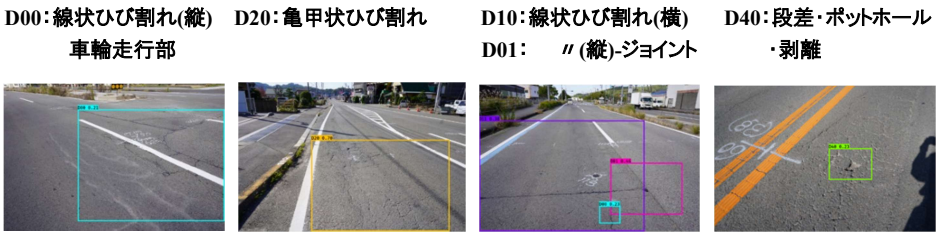

図 1　路面損傷の自動検出例

4.　路面撮影画像の取得および試行用画像の選定

図 2 に示す車載型撮影カメラ 4 台で，2019 年 11 月 26 日に撮影された 2,346 枚の画像を取得し，後方のカメラ（No1,No.4）の撮影分から 423 枚の画像を自動検出の試行用画像として選定した．

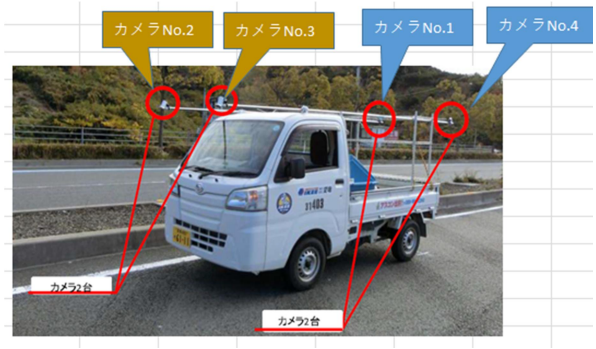

図 2　車載型撮影カメラ

表 2　試行用データの有効枚数

カメラ	写真枚数	有効枚数
No.1	516	201
No.2	666	-
No.3	632	-
No.4	532	222
計	2,346	423

キーワード　舗装補修工事，路面損傷，オープンデータ，画像認識，深層学習，自動検出
連絡先　〒530-0015 大阪市北区中崎西 2-4-12 梅田センタービル 10F 応用技術㈱ TEL 06-6373-5032

© Japan Society of Civil Engineers

5 路面損傷自動検出の試行結果およびモデル改良

試行用画像から路面損傷を目視検出した結果を正解とし，モデルによる自動検出の精度を検証した．

まずは損傷分類を問わず，画像単位での検出が一致した正答率は 80%程度、損傷単位での検出が一致した正答率は 70%強であった（参照：表３）．オープンデータの活用だけでかなりの精度が得られたと言える．

次に損傷単位の正答率を改善するため，カメラ No1 の試行データを教師データとして追加し，路面損傷自動検出モデル(Ver2)を構築した．改良したそのモデルでカメラ No4 のデータに対する正答率を検証した結果，71.4%から 85.7%に改善した（参照：表４）．

表 3 画像単位および損傷単位の検出数と正答率

カメラ	画像単位検出枚数		正答率	損傷単位検出数		正答率
	①目視	②自動	②／①	③目視	④自動	④／③
No1	193	158	81.9%	703	518	73.7%
No4	175	137	78.3%	831	593	71.4%

表 4 損傷単位検出の正答率改善

モデル	損傷単位検出数		正答率
	①目視	②自動	②／①
Ver1（初期）	831	593	71.4%
Ver2（改良）	831	712	85.7%

次に、損傷区分についても正しく再現する精度（損傷区分別再現率）について，モデルの Ver1 と Ver2 で比較した結果，全体で 53.1%から 79.1%への改善が確認できた．特に損傷区分 D01（線状ひび割れ_縦_施工ジョイント)については，38.7%から 78%へと大幅な改善が確認できた（参照：表５）．

表 5 損傷区分別再現率の改善

モデル	損傷区分	D00	D01	D10	計
Ver1	① 自動検出数	242	65	132	439
（初期）	①／③ 再現率	58.5%	38.7%	53.9%	53.1%
Ver2	② 自動検出数	312	131	211	654
（改良）	②／③ 再現率	75.4%	78.0%	86.1%	79.1%
③ 目視検出数		414	168	245	827

但し、今回の試行データに含まれる損傷区分は３種類(D00,D01,D10)に限定されていたので，その他の損傷区分については、データを追加して検証する必要がある。

6. 路面損傷検出作業の省力化の評価

カメラ No1 の 201 枚の画像に対して、目視確認で路面損傷を確認し損傷区分のラベル付けを行う作業には２時間程度要したが、モデルによる自動検出時間は数分であった。また、自動検出結果をベースに目視で補完する時間を含めても 30 分程度で完了しており、路面損傷検出作業の省力化に繋がることが期待できる。

7. まとめ

・東京大学生産技術研究所のオープンデータは学習モデル構築において極めて有効であった．
・教師データの追加による学習モデル改良により，損傷区分別再現率は大幅に改善した．
・路面損傷検出作業の省力化に向けて実業務への実装化検討を進めていける段階にある．

8. 今後の展開

路面損傷検知モデルを早々に実業務に実装し、運用しながら精度向上や適用範囲拡大を目指したい．

路面損傷度評価作業の省力化についても，「ひび割れ率」の指標について同様に画像分析による自動算定のアプローチを開始した．一方，画像から路面の３次元モデル化の目処もついており、３次元データから「わだち掘れ量」や「IRI」などの指標を算定するアプローチも併せて検討している．

なお、東京大学生産技術研究所では，道路管理者向けに道路損傷検出サービス(My City Report for road managers)を提供されており（参照：https://www.mycityreport.jp/MCRfrm.html），道路管理者でのその普及の流れに沿いながら，舗装補修工事の省力化に繋げていくアプローチも検討したい．

© Japan Society of Civil Engineers