

令和 5 年 5 月 17 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14799

研究課題名（和文）深層学習を活用した低廉迅速かつ大量高頻度なデータ蓄積による道路損傷箇所の将来予測

研究課題名（英文）Prediction of road damage based on low-cost, high-volume, and high-frequency data accumulation using deep learning

研究代表者

前田 紘弥（Maeda, Hiroya）

東京大学・生産技術研究所・特任研究員

研究者番号：90853200

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、スマートフォンやドライブレコーダーといった広く普及しているハードウェアのみを用いて、ひび割れや穴などの道路損傷箇所を自動検出する研究を行なった。さらに、日本国内のみならず、インド、チェコにおいても道路損傷データを収集し、いずれの国でも適用できる自動検出モデルを構築できた。その際、日本の道路データで作成した自動検出モデルをチューニングすることで、インド、チェコにおける自動検出モデルを数少ない教師データで作成できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

道路メンテナンスは人手不足、予算不足が深刻であり、従来のように人手や高価な専用車両を用いた点検を継続的、網羅的に実施していくことが難しくなっている。このような状況で、本研究ではスマートフォンやドライブレコーダーといった比較的安価な機材のみを用いて、低廉迅速に道路損傷データを収集できることを示し、社会的な意義が大きいと考えている。また、日本国内で作成した損傷の自動検出モデルを海外で適用することができる可能性を示し、複数の国における道路損傷データを整備、公開したことは学術的な意義が大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：In this research, we conducted research to automatically detect road damage locations such as cracks and holes using only widely used hardware such as smartphones and drive recorders. Furthermore, we collected road damage data not only in Japan but also in India and the Czech Republic, and built an automatic detection model that can be applied in any country. At that time, by tuning the automatic detection model created with Japanese road data, it was shown that the automatic detection model in India and the Czech Republic can be created with a small amount of training data.

研究分野：土木

キーワード：土木 舗装 画像処理 AI インフラメンテナンス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

道路路面の損傷を抽出するアルゴリズムに関する研究や、インフラの損傷の劣化予測モデルに関する研究はこれまで数多くの研究者や企業の貢献により研究開発されてきた。ただし、損傷検出のアルゴリズム開発と、劣化予測モデルの構築は独立した研究分野として発展しているように思われる。また、多くの研究では単一のセンサーデータ(画像、加速度、振動等)のみを用いて手法を構築している。一方で、戦略的な予防保全の実現には、損傷状況の把握から、劣化予測までを一気通貫で実施することが重要だと考えている。そこで、複数のセンサーデータを融合した損傷検出アルゴリズムを開発し、大規模に道路路面の損傷データを収集し、将来の損傷発生や進展を予測するモデルを一括で構築するという着想に至った。また、MMS (Mobile Mapping System)のような高機能・高単価のシステムでは網羅的にデータを取得することは困難である。そこで、スマートフォンやドライブレコーダのみで実現可能な道路点検手法を構築するという着想に至った。

### 2. 研究の目的

本研究は二つの目的を有している。目的 1:スマートフォンに搭載された複数センサーデータを融合することで現場でも高い道路損傷検出精度を担保し、損傷を一意に特定しつつ点検結果を蓄積できるか明らかにする。画像だけではなく振動データ等を融合し、自治体の実際の点検業務に適用した際にも、全ての損傷種類において検出率 0.9、再現率 0.8 を目指す。目的 2: 国内道路の網羅的、継続的な点検結果を用い、将来の損傷発生や進展を予測する。目的 1 を達成した成果として、日本国内の道路の時系列ごとの点検結果を網羅的に取得することができる。得られたデータを用いることで、道路損傷の発生モデルを構築するとともに、道路損傷の進展モデルを構築する。また、グローバルに適用可能な道路損傷モデルの構築やグローバルな道路損傷データセットの整備と公開も試みる。

### 3. 研究の方法

まずは、スマートフォンやドライブレコーダーといった計算リソースに制約のある環境で動作可能な道路損傷検出 AI モデルの構築を行う。その際、敵対的生成モデルを用いるなど工夫を行い、発生件数の少ない損傷種類については少量の教師データのみで高い精度を出せるようにする。また、データセットの構築にあたっては、日本国内のみならず、インド、チェコ、アメリカ、中国など複数の国でクラウドソーシングを用いてデータ収集を行う。

### 4. 研究成果

(1) 敵対的生成モデルを用いて擬似的に道路損傷画像を生成し、損傷のない道路画像に埋め込むことで、損傷を含む教師画像を擬似的に生成する手法を開発した。本手法により最も重要な道路路面損傷の一つであるポットホールを検出精度を 3%向上できることを示し、土木情報学のトップジャーナルに採択された。

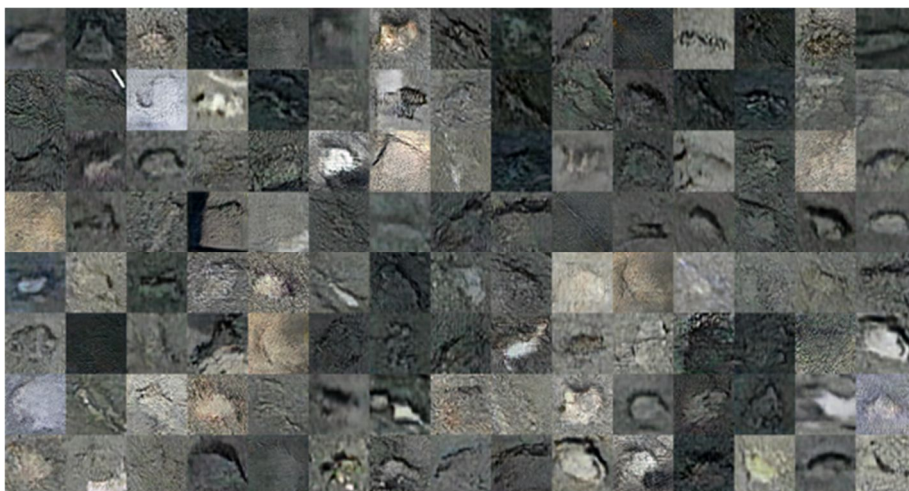


Figure 1 擬似的に生成したポットホール画像

( 2 )

日本国内のみならず、グローバルに新たに収集した損傷画像に関するデータセットを公開した。日本、インド、チェコの 3 カ国でグローバルなデータセット 26,620 枚を構築し、他国のデータと合わせてモデルを学習することで汎化性能が向上することを示した。公開したデータセットと損傷 AI モデルについては、一般に公開している (<https://github.com/sekilab/RoadDamageDetector>)。



Figure 2 インドにおける道路損傷画像

( 3 )本研究にて収集したグローバルな道路損傷データセットを元に、道路損傷検出モデルを構築し、その精度を競うデータチャレンジをビッグデータのトップカンファレンスである IEEE Bigdata のワークショップとして開催した。結果として、19カ国から60チームの参加を得た。本データチャレンジの参加者は、各国における道路損傷データの収集と AI モデルの構築を課され、日本、インド、チェコ、ノルウェイ、アメリカ、中国から 47,420 枚の道路損傷データとグローバルに適用可能な道路損傷検出モデルが提案された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Arya Deeksha, Maeda Hiroya, Ghosh Sanjay Kumar, Toshniwal Durga, Mraz Alexander, Kashiya Takehiro, Sekimoto Yoshihide	4. 巻 132
2. 論文標題 Deep learning-based road damage detection and classification for multiple countries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Automation in Construction	6. 最初と最後の頁 103935 ~ 103935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.autcon.2021.103935	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Hiroya Maeda, Takehiro Kashiya, Yoshihide Sekimoto, Toshikazu Seto, Hiroshi Omata	4. 巻 36
2. 論文標題 Generative adversarial network for road damage detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering	6. 最初と最後の頁 47-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mice.12561	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Deeksha Arya, Hiroya Maeda, Sanjay Kumar Ghosh, Durga Toshniwal, Alexander Mraz, Takehiro Kashiya, Yoshihide Sekimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Transfer learning-based road damage detection for multiple countries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv preprint arXiv:2008.13101	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Deeksha Arya, Hiroya Maeda, Sanjay Kumar Ghosh, Durga Toshniwal, Hiroshi Omata, Takehiro Kashiya, Yoshihide Sekimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Global Road Damage Detection: State-of-the-art Solutions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv preprint arXiv:2011.08740	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Deeksha Arya, Hiroya Maeda, Sanjay Kumar Ghosh, Durga Toshniwal, Hiroshi Omata, Takehiro Kashiyama, Yoshihide Sekimoto
2. 発表標題 Global Road Damage Detection: State-of-the-art Solutions
3. 学会等名 IEEE BigData2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Road Damager Detector <a href="https://github.com/seki lab/RoadDamageDetector">https://github.com/seki lab/RoadDamageDetector</a> Road Damager Detector <a href="https://github.com/seki lab/RoadDamageDetector">https://github.com/seki lab/RoadDamageDetector</a>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------