

ドライブレコーダで撮影した 4K 画像を用いた道路舗装のわだち掘れ検出に関する基礎的研究

法政大学大学院 学生会員 ○岡本 拓也
法政大学 正 会 員 今井 龍一

大阪経済大学 正 会 員 中村 健二
摂南大学 正 会 員 塚田 義典
摂南大学 正 会 員 梅原 喜政

1. はじめに

道路管理者は、ひび割れやわだち掘れ等の路面性状を把握するため、目視による日常点検や、専用車による路面性状調査を実施している。日常点検は多大な時間や人手が必要であり、路面性状調査は費用面での負担が大きいのが特徴である。これらの課題解決に向け、画像解析による路面診断手法の開発が進められている。こうした背景の下、課題解決に寄与する機材として、安価かつ容易に路面を撮影できるドライブレコーダ（以下、「ドラレコ」とする。）やスマートフォン等の車載型カメラが注目されている。特にドラレコは、特別な操作を必要とせず、路面の動画を走行と同時に常時取得できる。そのため、ドラレコで取得した動画を活用できれば、簡易かつ高頻度に路面性状を診断できる。さらに、近年では 4K（3,840×2,160 ピクセル）の高解像度で撮影できるドラレコも流通し、より詳細に路面性状を診断できる可能性がある。なお、既往研究^{1),2)}では、ミラーレスカメラや一眼レフカメラ、市販のビデオカメラで撮影した画像から深層学習を用いてわだち掘れを検出する手法の開発や実用化が進められている。しかし、ドラレコで撮影した 4K 解像度の動画画像からわだち掘れを検出する手法は見当たらない。

以上より、本研究の目的は、路面性状調査において診断する路面性状のうち、わだち掘れに注目し、深層学習を用いてドラレコで撮影した 4K 解像度の動画画像からわだち掘れを検出する手法の開発とする。

2. わだち掘れ検出手法の開発

(1) 提案手法の概要

本研究では、ドラレコで撮影した動画画像から深層学習を用いてわだち掘れ検出モデルを構築し、わだち掘れを検出する手法を開発する。モデルには、対象物を矩形によって検出する物体検出の手法である YOLOv4 を適用する。

(2) わだち掘れ検出モデルの構築方法

YOLOv4 に学習させる教師データは、路面性状調査の結果におけるわだち掘れ量に基づき作成する。まず、動画画像から切り出した画像と、路面性状調査の結果を撮影・測定時刻をもとに関連付け、画像内のわだち掘れ箇所全体を矩形で捉えるようにアノテーションし、教師データを作成する。そして、作成した教師データを用いてわだち掘れ検出モデルを構築する。また、検出精度の向上を図るため、教師データに対して枚数の増加と画像の輝度を変化させるガンマ変換を適用する。具体的には変換時のガンマ値は 0.75 に設定し、画像の輝度を低下させる。このため、本研究では、教師データへガンマ変換を適用しない場合（パターン①）と、適用する場合（パターン②）の 2 つのモデルを構築し、わだち掘れの検出精度を比較する。パターン①は、教師データを 154 枚用意してモデルを構築する。パターン②は、教師データを 396 枚まで追加した後、すべての画像にガンマ変換を適用し、ガンマ変換適用前後の画像 792 枚を用いてモデルを構築する。なお、モデルが判定するクラスは「わだち掘れ」の 1 クラスのみとする。

3. 実証実験

(1) 実験概要

本実験は、モデルの構築や検証に使用するデータを取得するための走行実験を静岡市にて実施する。走行ルートは、静岡市の道路管理者との協議の下、ひび割れやわだち掘れ等の路面損傷の有無や損傷の程度を網羅的に測定できる箇所として、静岡市内の約 16km の一般



図-1 ドラレコの設置状況（車外後方）

キーワード 4K 解像度、ドライブレコーダ、わだち掘れ、深層学習、物体検出

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学 TEL : 03-5228-1347 E-mail : takuya.okamoto.8z@stu.hosei.ac.jp

表-1 各モデルの検出結果

パターン	教師データ枚数 (枚)	検出数 (個) A	正解数 (個) B	一致数 (個) C	適合率 C / A	再現率 C / B	F値
①	154	130	132	79	0.608	0.598	0.603
②	792	149	132	112	0.752	0.848	0.797

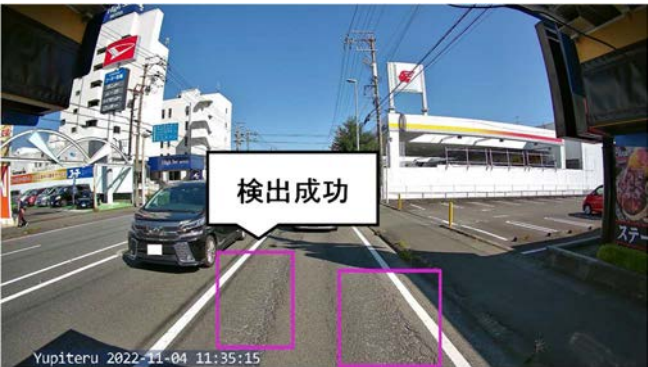


図-2 検出成功の例



図-3 誤検出の例

道路を選定する。走行実験では、ユピテル社のドラレコ（ZR-4K）を路面性状測定車両の車外後方（図-1 参照）に設置し、舗装点検要領³⁾に準拠した路面性状調査の結果と路面の動画像を同時に取得する。

(2) 評価方法

評価データは、走行実験にて撮影した画像から、わだち掘れの有無を目視で確認した結果からそれぞれ 50 枚ずつ無作為に選定する。このとき、評価データと教師データは重複のないように選定する。モデルの検出精度は、モデルから出力された結果において、モデルがわだち掘れを検出した数を検出数、正解のわだち掘れの数を正解数、検出数のうちモデルが正しくわだち掘れを検出した数を一致数とし、適合率、再現率と F 値を求めることで評価する。

(3) 実験結果

実験結果を表-1 に示す。まず、ガンマ変換を行わなかったパターン①のモデルの結果を確認すると、表-1①より F 値 0.603 であった。また、検出結果を目視で確認すると、図-2 のようにわだち掘れを矩形で検出できることを確認した。次に、教師データを追加し、ガンマ変換を適用したパターン②のモデルの結果を確認すると、表-1②より F 値は 0.797 に上昇した。この結果から、教師データの枚数の増加やガンマ変換の適用により、わだち掘れの検出精度が向上することがわかった。しかし、検出結果を確認すると、図-3 のように、白線や影の映り込む箇所で誤検出が多数みられた。これは、教

師データの作成時に、わだち掘れ箇所以外の影や白線等も矩形の領域に含まれることが原因として考えられる。この対策としては、教師データに対して影を除去する処理や、白線を別のクラスとしてラベリングする手法を適用することが一案としてあげられる。

4. おわりに

本研究は、深層学習の物体検出を用いて 4K の解像度で撮影したドラレコの画像からわだち掘れを検出する手法を開発した。今後は、教師データの枚数の増加に加え、画像の左右反転等を適用し、検出精度の向上を目指す。また、対象をピクセル単位で検出する画像領域分割の手法を用いて、わだち掘れが検出可能かを検証する。

謝辞：本研究の遂行にあたっては、静岡市、株式会社ユピテル、株式会社トリム、株式会社ユピテルプラスおよび前田道路株式会社の関係各位には、舗装点検のルートを選定、路面性状調査や走行実験等に関して多大なご協力と貴重なご意見を賜った。ここに記し感謝の意を表す。

参考文献

1) Munh-Tu, C., Kuan-Tsung, C., Ngoc-Mai, N., Van-Duc, T., Xuan-Linh, T. and Nhat-Duc, H.: Image Processing-Based Automatic Detection of Asphalt Pavement Rutting Using a Novel Metaheuristic Optimized Machine Learning Approach, *Soft Computing*, Vol.25, pp.12839-12855, 2021.

2) 福田道路株式会社：マルチファインアイ, <<https://www.fukudaroad.co.jp/technology/multifineeye/>>, (入手 2023.3.31).

3) 国土交通省：舗装点検要領, <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo28_10.pdf>, (入手 2023.3.31).