

YOLO とエッジ検出を用いた自動二輪車向けの道路損傷検出

Road Pavement Distress Detection System for Motorcycles Based on YOLO and Edge Detection

柳 祐希[†] 藤村 春允[†] 藤村 真生[‡]
Yuki Yanagi Harumitsu Fujimura Masao Fujimura

1. はじめに

自動二輪車は自動車と比べて車体が小さく、タイヤの接地面も狭いため、路面のひび割れや穴、凹凸といった損傷によって車体の安定性が損なわれやすく、転倒や車両損傷といった事故発生の可能性を高める。そのため、運転者が走行中に損傷部分を早期に発見し、安全に回避することが重要である。特に自動二輪車は、運転の際にヘルメットを装着しているため視界が制限されやすく、路面の損傷を発見しにくいという特性がある。さらに、走行中は他の車両や周囲の交通状況にも注意を向ける必要があるため、路面への注意が疎かになりやすく、発見の遅れや回避動作の遅延につながるおそれがある。

一方、道路の点検は主に人手によって行われており、日本全国の道路を定期的に点検や調査することは多くの時間と労力を要する。そのため、限られた人員で全国の損傷を点検することは困難であり、ひび割れや凹凸といった損傷が見落とされ、長期間放置されるケースもある。また、損傷を発見したとしても修繕されずに残されたままとなる場合もある。このような問題を解決するために、自動二輪車の運転者自身が走行中に路面の状況をリアルタイムで把握し、回避できるようなシステムの導入が効果的だと考えた。

本研究では、自動二輪車の前方に設置したスマートフォンで撮影された走行中の映像をもとに、路面の損傷を自動的に検出するシステムの構築を目的とする。損傷の検出には物体検出アルゴリズムの YOLO (You Only Look Once) と、輝度の変化から物体の輪郭を捉えるエッジ検出を組み合わせることで損傷を検出する。これまでの取り組みでは、RGB 画像をそのまま YOLO に入力し損傷を検出していたが、細かい損傷を捉えることが難しかった。そこで、エッジ検出によって得られた輪郭情報を RGB 画像に重ね合わせる処理を導入することで、損傷の形状的特徴を強調し、高い精度での検出を実現できると考えた。

2. 損傷の検出

本研究では、路面損傷の検出精度を高めるため、撮影した画像に対して画像処理を行い、損傷の特徴を視覚的に強調する。本処理の流れは、

- 撮影された路面画像から背景除去
- ノイズ除去と損傷部の輪郭抽出
- 重ね合わせ

となる。図 1 に処理前の路面画像を示し、次に各手順について説明する。



図 1. 撮影された路面画像



図 2. マスク処理後の画像



図 3. エッジ画像



図 4. 重ね合わせた後の画像

2.1 背景の除去

撮影された路面画像には、空や木、標識、白線など道路以外の要素も多く含まれており、これらは損傷の検出を妨げる要因となる。特に、雲や木などが広く写り込んでいる場合、損傷とは無関係なエッジが強調されるおそれがある。そこで本研究では、損傷部分の構造をよりの確に捉えるために、不要領域を排除するマスク処理を行う。

マスク処理は、RGB 画像を HSV 色空間に変換し、色相、彩度、明度の各成分を組み合わせ、路面に多く見られる灰色の領域を抽出する。これにより得られたマスク画像を路面画像に適用することで、空や白線、植生などの不要領域を除去する。不要領域の除去により、損傷の輪郭抽出に適した画像が得られる。マスク処理後の画像を図 2 に示す。

2.2 エッジ検出とノイズ除去

マスク処理によって不要な領域を取り除いた画像に対し

[†] 大阪工業大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering Osaka Institute of Technology

[‡] 大阪工業大学 Osaka Institute of Technology

て、損傷の輪郭や亀裂といった形状の特徴を明確に捉えるためにエッジ検出処理を行う。まず、小さなノイズを除去するためにメディアンフィルタを適用し、損傷以外の細かいエッジの発生を抑える。次に、Sobel フィルタを水平方向および垂直方向に適用し、画像中の輝度の急激な変化を検出することで、損傷の輪郭を検出する。図 3 にエッジ画像を示す。

2.3 重ね合わせ

エッジ検出によって抽出された損傷の輪郭を、撮影された路面画像上に重ね合わせることで、損傷の特徴を視覚的に強調することができる。

損傷検出において、エッジ画像では周辺情報が失われるため、路面画像に重ね合わせることで、損傷の発生位置や周囲の状況を把握しやすくなると考えた。重ね合わせに用いるエッジ画像は、前節までの処理によって背景の不要な輪郭を除去したものである。そのため、路面画像とエッジ画像を重ね合わせることで、損傷の形状を強調しつつ、周囲の色の情報を同時に保持した画像を得ることができる。図 4 に重ね合わせた後の画像を示す。

3. データセット

3.1 撮影方法

データセットの作成には、iPhone 15 とスマートフォン用ジンバルの Insta360 Flow を自動二輪車に取り付けて撮影を行った。ジンバルを用いることで走行中の振動を低減し、安定した動画撮影が可能となった。撮影は 30fps で行い、動画をフレームごとに画像に変換した後、損傷が映り込んでいる画像を選択し、合計 37,000 枚の画像を採用した。

3.2 分類方法

検出対象は、ポットホール、亀甲状ひび割れ、線状ひび割れ（縦方向）、線状ひび割れ（横方向）、マンホールの 5 つのクラスに分類した。図 5 に分類例を示す。

4. 実験方法

本研究では、損傷を強調する処理を施した画像が損傷検出に与える影響を検証するため、2 種類の学習モデルを比較する形式で評価を行う。比較対象として、損傷強調処理の有無による 2 種類の学習モデルを用意した。1 つ目は、撮影画像に対して何の処理も行わず、RGB 画像をそのまま YOLOv8n に入力して学習させたモデルである。2 つ目は、同一の路面画像に対してマスク処理、エッジ検出を施し、損傷の輪郭を重ね合わせた画像を用いて学習を行ったモデルである。両方のモデルの学習には同一の画像とアノテーションファイルを使用し、学習条件も統一しているため、損傷を強調したかどうかのみが精度の違いに寄与するようになっている。

検出精度の評価は、学習に用いなかった画像の中から、マンホール、ポットホール、亀甲状ひび割れ、線状ひび割れ（縦方向）、線状ひび割れ（横方向）の各クラスについて、それぞれ 50 枚ずつ、合計 250 枚の画像を選択して評価する。

5. おわりに

本研究では、路面損傷の形状を視覚的に強調するために、マスク処理による不要な領域の除去とエッジ検出による損



(a) ポットホール

(b) 亀甲上ひび割れ

(c) 線状ひび割れ
(縦方向)



(d) 線状ひび割れ
(横方向)

(e) マンホール

図 5.分類例

傷の抽出を行った。これらの処理によって得られた輪郭情報を撮影された路面画像に重ね合わせ、形状を強調した画像を生成する手法を提案した。この処理により、損傷の形状が視覚的に明瞭化され、画像中の損傷部位をより認識しやすくすることを目指している。

今後は、本手法を適用した損傷を強調した画像と、RGB 画像をそのまま用いた場合との比較実験を実施し、検出性能への影響を検証する予定である。また、得られた検出結果をもとに、本手法の有効性や応用可能性について評価を行う。

参考文献

- [1] 国土交通省, “国道（国管理）の維持管理等に関する検討会とりまとめ 参考資料”,
- [2] 安藤拓翔, 井上優良, “エッジデバイス上におけるリアルタイム小ねぎ分岐部位置検出”, 農業情報学会, Vol.33, No.2 (2024). pp73-pp80
- [3] 一般社団法人北海道舗装事業協会, “アスファルト舗装の損傷の事例”
- [4] 石川史織, 千代延未帆, 飯田紗也香, 高田雅美, “亀裂検出の認識率改善に向けた Data Augmentation による影響”, 情報処理学会研究報告, Vol.2022-MPS-140, No.3, pp1-pp6