

G-4

走行風景動画像における物体位置情報に基づく路上落下物検知に向けた検討評価 Evaluation of object detection on the road from positional information in video images of driving scenes

○廣田大輝¹, 塚本新²
Daiki Hirota¹, Arata Tsukamoto²

Abstract: The rate of traffic accident reduction has slowed, and to address this, we focused on drivers' inattentiveness to road debris, a common cause of minor injury accidents. A cost-effective and quickly implementable detection and warning system is needed. This study used YOLO, a widely adopted, fast-processing method, to analyze object location information from driving scene images mimicking footage from onboard monocular cameras. We investigated its application for detecting road debris. The results confirmed that debris detection based on object location information is effective in situations where only road debris is present.

1. はじめに

近年、交通事故の減少率は低下傾向にあり、30万件以上^[1]と未だ多くの交通事故が確認されている。更なる交通事故低減に向けて、最も発生割合の高い軽傷事故を引き起こす要因として道路上の落下物に対する運転者の動静不注視に注目した。それには、安価で現実的に早期導入可能な落下物検知・警告システムを生み出すことが必要だと考えられる。実装が進んでいる車載単眼カメラ映像に対する動画像解析技術の活用検討を行う。本検討では、路上落下物に対する動静不注視の低減を目的とした走行風景動画像における物体位置情報に基づく路上落下物検知に向けた検討評価を行った。

2. 物体位置情報利用物体検知

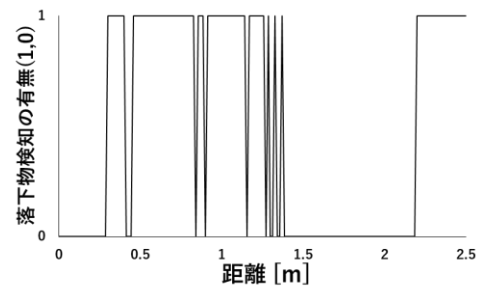
走行風景動画像中に出現した路上落下物の検出に画像構成要素全体の画像情報に基づく画像認識を利用する手法では、走行風景画像に含まれる固定部位や背景変化が直接、間接的に路上落下物検知特性へ大きな影響を与えることが確認されている^[2]。そこで、物体位置情報を積極利用した路上落下物検知手法について検討を行った。そのため、①背景と物体の区別が行えること、②路上領域で物体の存在を認識できたこと、をもって路上落下物検知ができたものと定義する。その際、物体分類識別結果は問わないものとする。検討で用いる走行風景動画像は、画像内固定位置をトリミングしたものをを用いる。また、背景と物体の識別及びセグメンテーションによる物体位置推定を高効率で行うアルゴリズムとして、物体位置と分類の推定を併行処理するYOLOv5^[3]を選定した。

3. 物体位置情報に基づく物体検知実験

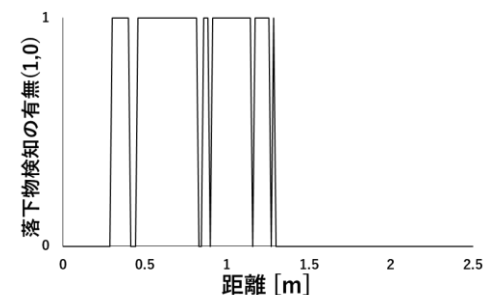
物体検出により得られるバウンディングボックスの重心座標を物体位置情報として走行風景動画像から物体検知実験を行った。物体検出及び物体位置情報に基づいて、画像全体領域と道路領域に限定したもの、それぞれについて落下物検知を行った結果を図1に示す。落下物検知の「有無」を「1,0」で表記する。結果より、道路領域部分の物体位置情報に限定して検知判別することで特定距離での検知が非検知に変わることを確認した。このことから、道路領域に注目することで落下物以外の情報による検知判別への影響を減らせ、物体位置情報に基づく落下物検知機能を構成できることが示唆された。

3. 1. 検知特性と入力画像サイズの関係

リサイズしたサイズ倍率（変更による全ピクセル数の変化率）6種の動画像に対して物体位置情報の抽出を行った。取得した物体位置情報による落下物検知判別を行い、結果で得られた検知開始距離と画像サイズとの関係を図2に示す。結果より、BとE、Fが基サイズと同じ距離で検知開始することを確認した。このことから、入力画像サイズが検知開始距離に影響を与えることを示す。また、C（640×640）の画像サイズで最も良好な特性を示す事例が得られた。



(a) 画像全体利用



(b) 道路領域利用

図1 物体位置情報に基づく落下物検知

1：日大理工・院（前）・情報 2：日大理工・教員・電子

3. 2. 路上固定要素に対する落下物検知

路上には落下物以外に路面標示やマンホールなどの路上固定要素が存在するため、落下物検知に与える影響について検討を行う。路上固定要素が映るドライブレコーダー映像を取得し、物体位置情報の抽出を行った。取得した物体位置情報による落下物検知結果を図3に示す。結果より、路上固定要素で検知と判別することを確認した。このことから、落下物以外で検知と判別することが明らかとなった。

4. 検知適正率の評価

4. 1. 分類クラスによる評価

検知に用いたバウンディングボックスの物体分類情報を取得し検討を行った。結果を図4(a)に示す。結果より、基本特定のクラスで分類し、フレーム間で確信度が大きく変化することを確認した。また、特定のクラスとは異なる分類をする領域があることを確認した。

4. 2. バウンディングボックス面積による評価

検知に用いたバウンディングボックス面積を取得し、落下物との距離による特性を図4(b)に示す。結果として、落下物に近づくことで面積が連続的に非線形増加し、ある距離から減少することを確認した。

5. 考察

検知特性と入力画像サイズの関係では、C (640×640) の画像サイズで最も良好な特性を示す事例が得られた。これは、YOLOv5の入力フィルタサイズが640×640であることが起因していると考えられる。

路上固定要素に対する落下物検知では、路上固定要素で検知と判別することを確認した。路面標示やマンホールなどの路上固定要素は道路上にある注視すべき要素である。このことから、動静不注視という観点から路上固定要素で検知と判別することは不要な要素でないと考えられる。また、検知対象状況は動静不注視のリスクが大きい注視を促す要素が存在せず、想定しにくい物体のみが存在する状況と考える。

分類クラス変化では、分類クラスが異なる領域や確信度がフレーム間で大きく変化することから同一物体を検知していることを評価することが難しいと考える。バウンディングボックス面積変化で得られた連続的な非線形増加の特性から同一物体のバウンディングボックスを捉えていると考える。これらから、落下物検知は映像中の落下物に起因して判別を行っていることを示す。

6. まとめ

走行風景動画における物体位置情報に基づく路上落下物検知に向けた検討の評価を行った。本検討では、①物体検出による道路領域部分の物体位置情報の取得と、②物体位置情報に基づく落下物検知特性の検討、③物体位置情報に基づく検知の適正率評価を行った。結果として、動静不注視のリスクが大きい状況は注視を促す要素が周りに存在せず路上落下物のみが存在する状況であり、物体位置情報に基づく落下物検知は路上落下物のみが存在する状況において有効であることを示す。

7. 参考文献

[1] 警察庁交通局, "2023年における交通事故の発生状況", [https://www.itarda.or.jp/situation_accidents\(2024\)](https://www.itarda.or.jp/situation_accidents(2024)).
 [2] 廣田大輝, 塚本新, "道中の異物検出に向けた動画像物体認識における車載単眼カメラ映像の性質検討", 第22回情報科学技術フォーラム FIT, Vol. 3, No. H-024, pp. 191-192, Sept. 2023.
 [3] Glenn Jocher, "YOLOv5 in PyTorch > ONNX > CoreML > TFLite - GitHub", [https://github.com/ultralytics/yolov5\(2022\)](https://github.com/ultralytics/yolov5(2022)).

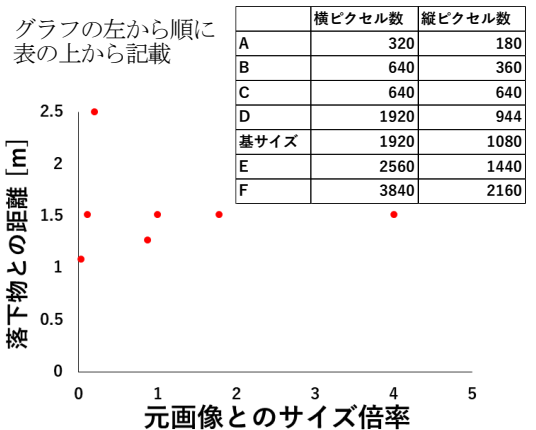


図2 検知特性と入力画像サイズの関係

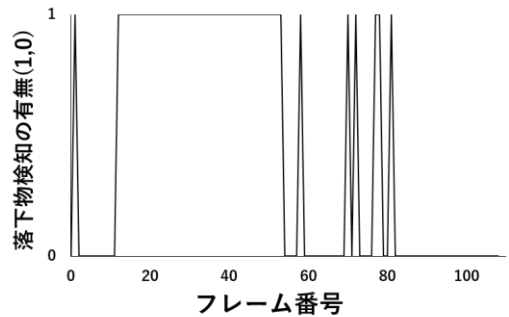
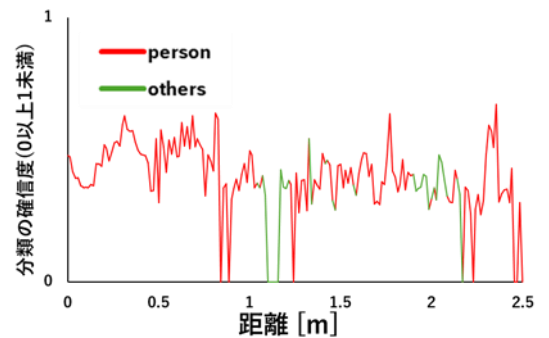
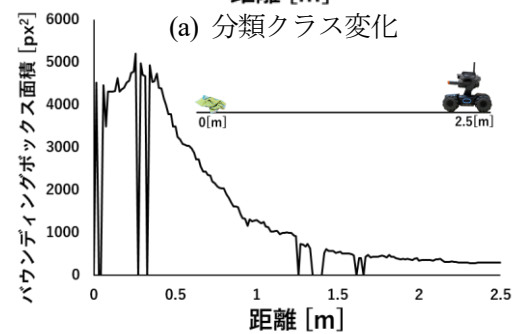


図3 路上固定要素による検知特性



(a) 分類クラス変化



(b) バウンディングボックス面積変化

図4 検知適正率評価特性