

1. はじめに

安全な自動運転を実現するには、天候や時間等の変動の影響を受けずに自車両周辺の車両、二輪車、歩行者を正確に検出することが重要である。深層学習ベースの物体検出手法である YOLO[1] は、高精度かつ高速な物体検出を実現した。一方で、物体が遮蔽しているシーンなど特定の条件下でどの程度の精度であるか十分に評価されていない。その 1 つの要因として同一シーンにおいて、天候などでの条件が異なるデータを実世界で収集することが困難なためである。そこで、本研究では実環境の物理特性を再現したシミュレーション環境を用いて、特定の条件下における物体検出の精度を評価する。

2. 物体検出手法

高精度な物体検出手法として、Faster R-CNN が提案されている。Faster R-CNN は、Region Proposal Network において、物体候補領域を抽出後、各候補領域に対して、物体のクラス分類および物体の位置の特定を行う 2-stage 型の物体検出モデルである。Faster R-CNN は高い精度を達成しているが、処理速度が遅い。そこで、高精度かつ高速な物体検出手法として、YOLO が提案されている。YOLO は、画像をネットワークに入力し、特徴を抽出する。そして、画像をグリッド分割した各領域に対して、物体のクラスと位置を同時に求める。このような 1-Stage 型の物体検出モデルとすることで、高速な物体検出を実現している。一方、DETR [2] は物体検出モデルに Transformer を採用した手法である。DETR は、CNN と Transformer を組み合わせた高精度な物体検出モデルである。

3. Driving Intelligence Validation Platform

Driving Intelligence Validation Platform(DIVP) は、実環境と高い一致性を有するシミュレーション環境である。また、図 1 に示すように、同一シーンにおいて、時間帯や天候を変更した映像を生成できる。DIVP シミュレータを活用することで、このような実世界では収集困難な条件のデータを生成して、物体検出モデルの評価が可能となる。



(a) 14 時晴れ

(b) 14 時曇り

図 1: DIVP で作成したデータ

4. 評価実験

DIVP シミュレータを活用して、同一シーンにおいて時間帯や天候、走行位置など各種条件を変更したデータを生成する。そして、各種条件が物体検出に与える影響を調査する。

4.1. 調査条件

本調査では、物体検出モデルとして、Faster R-CNN, YOLOv8, DETR を用いる。これらの物体検出モデルは、東京臨海部および金沢市街を走行して収集した 19,260 枚の実世界のデータを用いて学習する。評価には、右折車が待機する交差点に対向車が進入してくるシーンを対象とし、各種条件を変更したデータを生成して評価に用いる。

4.2. 物体検出モデルの精度比較

対向車に対する各物体検出モデルの検出率を比較する。図 2 に天候および時間帯を変更した際の各検出モデルの検出率を示す。図 2 より、全ての天候および時間帯において、YOLOv8 が最も精度が高い。また、晴天時に逆光が発生する 11 時 (sunny, 11:00) において、Faster R-CNN や DETR は、他の天候および時間帯よりも精度低下が見

られるが、YOLOv8 は精度低下せずに他の天候および時間帯と同等以上の検出精度となっている。

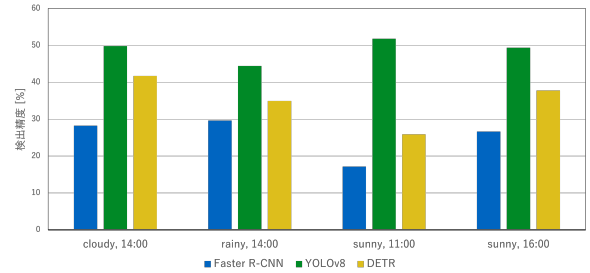


図 2: 天候および時間帯を変更した際の検出精度の比較

4.3. オクルージョン度合いによる精度比較

対向車のオクルージョン度合いごとの検出精度を図 3 に示す。ここで、オクルージョン度合いとは、対向車が右折待機車によりどれだけ遮蔽しているかを表す値である。本評価の物体検出モデルは YOLOv8 である。図 3 より、オクルージョン度合いが高くなると検出精度は低下する。このとき、雨天時は、他の天候や時間帯よりも精度低下が大きいことが確認できる。

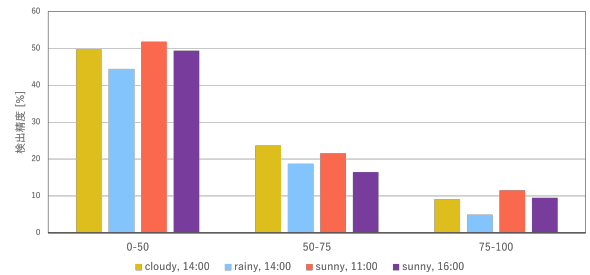
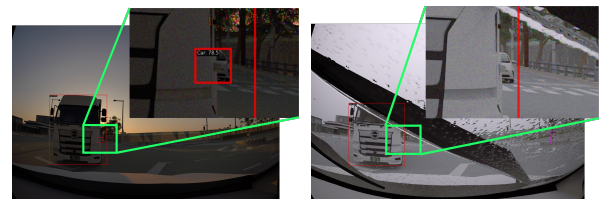


図 3: オクルージョン度合いによる検出精度の比較

待機している右折車がトラックの場合における対向車の検出結果を図 4 に示す。図 4a は晴天の場合である。これより、対向車の一部が見えていると検出できていることがわかる。一方、図 4b のように、同様のシーンでも天候が雨天の場合、検出できていない。これは、雨滴の影響、または対向車の色がトラックおよび道路に近いことの影響が考えられる。このように、DIVP シミュレータを活用することで、同一シーンにおける天候の違いによる影響を調査可能であることがわかった。



(a) sunny

(b) rainy

図 4: 天候の違いが与える検出精度への影響

5. おわりに

本研究では、DIVP シミュレータを活用して、天候や時間帯などの各種条件が物体検出モデルに与える影響について調査した。その結果、天候の違いが物体検出精度に与えることがわかった。また、オクルージョン度合いが与える影響についても調査した。その結果、雨天時に精度が低下することがわかった。今後は、他のシーンにおける各種条件が与える影響についても調査する。

参考文献

- [1] J. Redmon, *et al.*, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", CVPR, 2015.
- [2] N. Carion, *et al.*, "End-to-End Object Detection with Transformers", ECCV, 2020.