

1. はじめに

自動運転の実現には、歩行者の検出や周囲の状況把握が重要であり、特に信号機の認識は不可欠な機能である。従来の信号機識別手法は、信号機の形状をモデル化しフィッティングすることで検出する手法や機械学習を用いて検出する。しかし、従来手法では遠方の信号機や隠れた信号機の識別が難しい問題がある。そこで本研究では、セマンティックセグメンテーションを用いた信号機識別を行い、遠方の信号機の識別精度向上を目指す。セマンティックセグメンテーションは、周囲の情報を考慮して物体の識別を行うため、遠方の信号機に対しても有効である。

2. 信号機識別

従来の信号機識別には、モデルベースと機械学習ベースの2つの手法がある。モデルベースでは、色の閾値処理やエッジ情報の最適化設定を行い識別する。機械学習ベースでは、AdaBoost[1]や物体検出によって信号機を学習し識別する。遠方にある信号機や隠れた信号機は、解像度が低くなり、その特徴を捉えることが困難となる。

3. 提案手法

本研究では、入力画像に対してセマンティックセグメンテーションを行い、出力結果にマスク処理を行うことで信号機領域のみを抽出する。抽出した信号機領域を切り出し状態識別器により識別する。提案手法の流れを図1に示す。

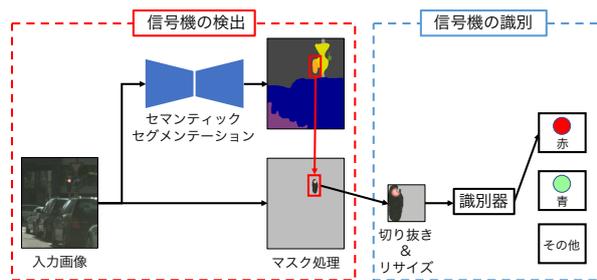


図1：提案手法の流れ

3.1. 信号機の検出

信号機の検出には、セマンティックセグメンテーション手法であるDeepLab v3+[2]を用いる。DeepLab v3+は、エンコーダ・デコーダ構造を用いており、物体の境界周りの識別精度を向上している。

3.2. 信号機の状態識別

信号機の状態識別は、モデルベースによる手法と機械学習による手法を比較する。モデルベースによる手法では、HSV色空間で閾値を設定して色の抽出を行い、円形のテンプレートを使用して識別する。機械学習ベースの手法では、代表的なCNNであるResNet50を用いて赤信号、青信号、その他の3クラス識別を行う。入力画像サイズは224×224とする。

4. 評価実験

信号機識別の評価実験には、Cityscapesデータセットの学習用データ2,975枚、検証用データ500枚を使用する。信号機の状態識別結果を評価するため、信号機の灯火部分にラベル付けしたものをを用いる。セマンティックセグメンテーションによる信号機識別の有効性を示すため、物体検出のネットワークであるM2Detと比較を行う。

4.1. 実験概要

DeepLab v3+の学習は、ImageNetの事前学習モデル、M2Detの学習はCOCOデータセットの事前学習モデルを用いる。CNNによる状態識別では、教師データとしてCityscapesの学習用データから信号機の外接矩形を正方形に切り出した画像を用いる。また、状態識別の評価はセマンティックセグメンテーションで検出した信号機のみ行う。

4.2. 実験結果

信号機の検出結果を図2に示す。図2より、物体検出では隠れた信号機を検出できていないことがわかる。一方で、セマンティックセグメンテーションでは隠れた信号機も検出できている。評価対象を灯火部分が確認できる信号機402基とした場合、M2Detによる検出率は73.91%、DeepLab v3+の検出率は86.71%となった。

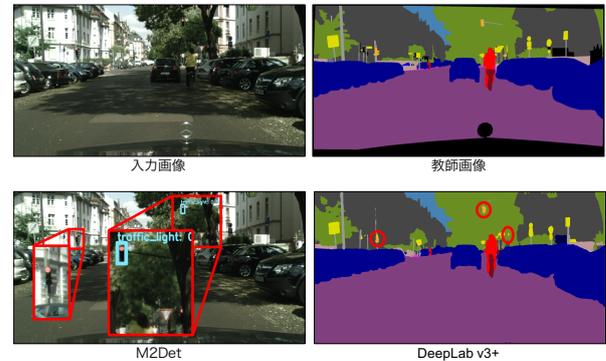


図2：信号機の認識結果

図3に距離ごとの検出率を示す。図3より、80%以上の検出率は、物体検出を用いると60mまでであるが、セマンティックセグメンテーションでは120mである。以上より、信号機検出においてセマンティックセグメンテーションを用いることで物体検出よりも遠方の信号機を検出できる。

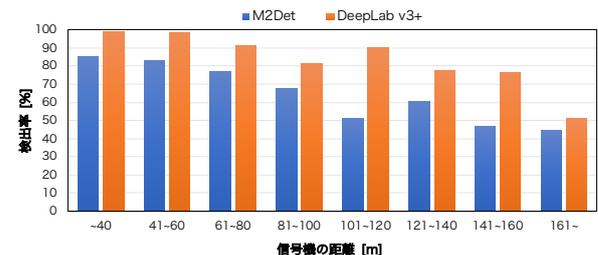


図3：距離ごとの検出率

信号機の状態識別結果を表1に示す。表1より、色によるモデルベース手法では赤信号と青信号を正しく識別できないことが多い。一方、CNNによる機械学習ベース手法は3クラスとも90%以上の精度で識別できている。

表1：状態識別結果 [%]

識別器	色識別			CNN		
	赤信号	青信号	その他	赤信号	青信号	その他
正答率	67.31	62.36	96.99	98.08	93.82	96.11

5. おわりに

本研究では、セマンティックセグメンテーションによる検出器とCNNによる識別器を用いた遠方の信号機識別を実現した。セマンティックセグメンテーションを用いることで物体検出よりも12.8%高い検出が可能であることを確認した。また、CNNによる機械学習ベース手法を用いることで、色によるモデルベース手法に比べて高精度な状態識別が可能であることを確認した。今後は、様々な地域に対応したセマンティックセグメンテーションの手法を検討する。

参考文献

- [1] 松尾 治夫, 木村 久美子, “学習および形状・色判別を用いた交通信号機認識”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014, No. 34, pp.1-7, 2014.
- [2] L.-C.Chen, *et al.*, “Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation”, ECCV, 2018.