

CNNによる物体検出を用いた外国人運転者向け交通標識認識システムの提案 The Proposal of Traffic Sign Recognition Support System for Foreign Drivers

Using Object Detection by Convolutional Neural Network

佐瀬 凌太¹ 小飼 敬¹ 蓬萊 尚幸² 諏訪 博彦³

Ryota Saze Kei Kogai Hisayuki Horai Hirohiko Suwa

1. はじめに

近年外国人観光客の数は増加し、2011年から2018年の間に約5倍になっている^[1]。それに伴い、外国人レンタカー利用者数の増加、及び外国人レンタカー利用者による交通事故の多発が報告されている^[2]。外国人運転者の日本における運転の課題の一つとして交通標識の違いがある。安全運転のために交通標識の認識は重要であり、誤認識は危険な事故の発生につながる恐れがある。また、交通標識の認識に関しては、深層学習を用いる手法が注目されている。そこで、本研究では日本における彼らの運転をサポートするシステムとして、CNNを用いた外国人運転者向け交通標識表示支援システムの提案を行った。

2. 提案システム概要

提案システムは、ドライブレコーダ動画の中からリアルタイムに交通標識を認識し、その交通標識を外国人運転者の母国での絵柄へ変換を行った後に運転者に提示する機能を有するものである。システムの全体図を図1に示す。システムは全4層から構成され、車載カメラからドライブレコーダ動画を入力として受け取り、システムによって変換した交通標識を外国人運転者に出力する。

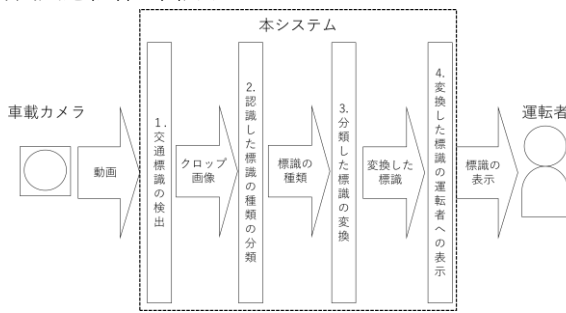


図1 提案システムの全体図

3. 提案システム詳細

本章では、提案システムの各層について詳しく説明する。

3.1 交通標識の検出

システムの第一層である「交通標識の検出」では、CNNを用いてドライブレコーダ動画の中の交通標識を検出する。具体的な機能としては、映像の各フレームからCNNである検出

モデルを用いて交通標識が存在する領域を取得し、その領域をフレームからクロップすることで交通標識を検出する。このクロップ画像は、次の層へと渡される。

ここで用いられている検出モデルは、TensorFlow^[3]のObject Detection APIをもとに、ドライブレコーダ動画の交通標識を訓練データとして転移学習させることで作成した。

3.2 交通標識の分類

システムの第二層である「交通標識の分類」では、第一層から受け取ったクロップされた交通標識を、CNNである分類モデルを用いて分類する。分類された交通標識の種類は次の層へと渡される。

ここで用いられている分類モデルでは、PyTorchが用いられており、実際にドライブレコーダ映像からクロップした交通標識を教師データとして学習させることで作成した。

3.3 交通標識の変換

システムの第三層である「交通標識の変換」では、第二層から受け取った交通標識の種類と外国人運転者の母国の情報を基に交通標識を変換し、次の層へ変換した交通標識を渡す。具体的な変換の方法としては、各国の交通標識を格納したデータベースを準備し、そのデータベースから対応する交通標識を取り出すことで変換を行う。

また、提案システムの実装の対象は自動車のコンピュータであり、そのストレージ性能はあまり高くない。そのため、世界各国の交通標識情報すべてを格納したデータベースを保有することは難しいと考えられる。そこで、システムは外国人運転者の母国の交通標識に関するデータベースのみをシステム稼働前にオフロードして保有するようにする。

3.4 交通標識の提示

システムの第四層である「交通標識の提示」では、第三層から受け取った交通標識を運転者に提示する。運転者への交通標識の提示には眼鏡型のウェアラブルデバイスを用いることを想定しており、運転者の視界の交通標識の位置に変換した交通標識をオーバーレイする形で表示する。

4. システムの問題点

本章では、システムの実装における問題点について述べる。

4.1 システムの現状

現段階ではシステムの第一、第二層の実装を行った。現段階でのシステムからの出力の一例を図2に示す。図2では動画内の交通標識がバウンディングボックスに囲われ、交通標識の種類がその上に表示されている。

4.2 学習モデルの精度

現状のシステムの検出モデルは、TensorFlowで用意されて

1 茨城工業高等専門学校

National Institute of Technology, Ibaraki College

2 国立高等専門学校機構本部

National Institute of Technology, Headquarters

3 奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology



図2 現状のシステムの出力の一例

いる学習済みモデルである“ssd_mobilenet_v1_coco”を、ドライブレコーダー動画の交通標識が映っているフレーム100枚程度をアノテーションしたもので転移学習することで作成している。しかし、この検出モデルは精度が低いため交通標識を正しく検出できず、交通標識でないものの検出、及び交通標識の未検出が発生していた。この原因としては、転移学習に使用している学習済みモデルの精度が低いことや、訓練データが少ないことが考えられる。また、分類モデルにおいても、訓練データが少ないことが原因とみられる誤分類が発生していた。図3、4にこれらの誤検出、誤分類の例を示す。



図3 検出モデルの誤検出



図4 類モデルの誤分類

5. 今後の課題

4.2で述べたように、現在のモデルでは精度の低さによる誤検出・誤分類が問題となっていた。そのため、これらの課題を解決するためにより精度の高い学習済みモデルを使用した検出モデルの転移学習、検出モデル・分類モデルの訓練データの拡張を行っていく。

5.1 検出モデルの転移学習

検出モデルの転移学習で用いる学習済みモデルは、Tensorflow model zoo に用意されているモデルの中から選択して使用している。この model zoo には、現在使用している“ssd_mobilenet_v1_coco”よりもより高精度な学習済みモデルが存在している。今後はそれらのモデルを使用して転移学習を行い、検出モデルの精度向上を図る。

しかし、学習済みモデルの精度と処理時間はトレードオフの関係にあり、精度の高い学習済みモデルは、長い処理時間を必要とする。図5に model zoo に存在するいくつかのモデルの横軸を処理時間、縦軸を精度とした比較図を示す。今回のシステムは最終的に自動車のコンピュータでローカルに稼働させることを想定しており、コンピュータの性能はある程度制限される。そのため、リアルタイムの交通標識変換を実現するために、自動車のコンピュータがリアルタイムに処理することができる処理時間の中でもっとも精度が高い学習済みモデルを選択する必要がある。

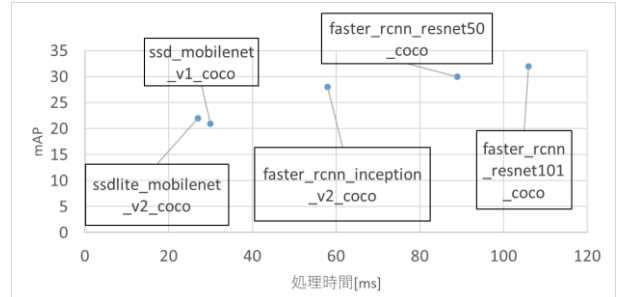


図5 学習済みモデルの比較

5.2 訓練データの拡張

現在各学習モデルの訓練に使用している画像数は、検出モデルが約100枚、分類モデルが、多いクラスで約50枚、少ないクラスだと10枚以下で、全体で約140枚となっている。これは深層学習の訓練データ数としてはかなり少ない。そこで、訓練データ数を増やすために、訓練データの拡張を行う。拡張手法としては、[5]の文献において効果があるとされている回転、切り抜き等を実施していく。加えて、ドライブレコーダー動画の中には、雨天時でフロントガラスに付着した雨粒によって交通標識の一部が欠損してしまっているデータが存在することも考えられる。そこで、分類モデルの訓練データの拡張に関しては、Random Erasing^[6]も併せて実施していく。

また、大本となる車載カメラから撮影された画像を増やすために、google street viewからの画像の取得も実施する。これにより訓練データ数を増やすだけでなく、分類モデルの学習における各クラスの訓練データ数の差を小さくすることや、現在の訓練に使用しているドライブレコーダー動画内に存在していない交通標識の訓練データの取得を期待できる。

6. 終わりに

本稿では、訪日外国人運転者を支援するシステムとして、外国人運転者向け交通標識認識システムの提案を行った。現在は第二層まで実装されているが、各層で使用されている学習モデルの精度は低く、これを改善するためにより精度の高い学習済みモデルを使用した検出モデルの転移学習、データ拡張を用いた訓練データの増量を行う。

また、未実装である提案システムの第三、第四層の実装に向け、各国の交通標識データベースの作成や変換した交通標識の運転者への具体的な提示手法の思索も行っていく必要がある。更に、エッジコンピューティングを用いてシステムの処理を自動車のコンピュータと同乗者のスマートフォン、周辺自動車等で分散処理させる手法についても考えていきたい。

参考文献

- [1] 日本政府観光局: “年別 訪日外客数, 出国日本人数の推移(1964年-2018年)”, https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/marketingdata_outbound.pdf, 閲覧日 2020. 6. 11
- [2] 内閣府: “平成30年交通安全白書(概要)”, https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/gaiyo/topics/to-pic05.html, 閲覧日 2020. 6. 11
- [3] Mart Abadi *et al.*, “TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning”, OSDI 16, pp265-283, 2016
- [5] Connor Shorten, Taghi M. Khoshgoufar, “A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning”, Journal of Big Data, 2019
- [6] Zhun Zhong *et al.*, “Random Erasing Data Augmentation”, arXiv:1708.04896v2, 2017