

ラインレースカーに用いた2種類の白線追従ユニットの動作検証

Performance evaluation of two different types of Line detectors for Lane-Keeping model

1265044 笹川純一 (Soft Intelligent System on a Chip 研究室)
(指導教員 星野孝総 准教授)

1 本研究の概要

近年、組み込みシステムにおいてマイコンを使用した AI の研究が注目されている。特にエッジコンピューティング技術が重要であり、IoT 時代においては深層学習の発展が欠かせない。本研究では畳み込みニューラルネットワーク (CNN) とサポートベクターマシン (SVM) の2つの分類手法を使用し、カメラを用いたラインレースシステムを試みた。理想とする動作として、西山が開発したラインレースカーを設定し [1]、フォトセンサによるシステムと比較して違いを調査する。

2 CNN を用いたラインレースカー

カメラを用いたときの一つの手法として CNN を用いたシステムを構築する。CNN は、画像に対する認識分野で有効であり、本実験では走行ラインの認識のために使用した。分類するクラスを直線、右カーブ、左カーブの3クラスとし、それぞれのクラスの確率と、あらかじめ差分進化法 (DE:Differential Evolution) でチューニングした制御量パラメータとの加重平均をとり、制御量を決定するようにした。3クラスの分類で走行シミュレーションを行い、それぞれのクラスの切り替わりにあたる画像を、どちらのクラスにも所属するようオーバーラップすることで走行挙動の安定化を試みた。シミュレーション時の操舵角出力を図 2.1 に示し、走行時の操舵角出力を図 2.2 に示す。

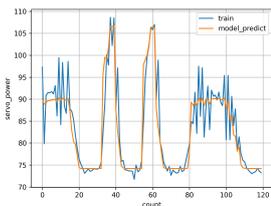


図 2.1 操舵角シミュレーション

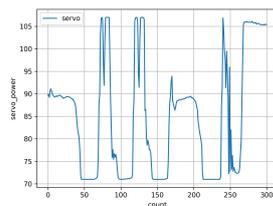


図 2.2 走行時の操舵角出力

図 2.1 のフォトセンサによる走行に見られていた直線での揺れが、図 2.2 の CNN による走行では大きく出力が変化するような揺れがほとんど見られなかった。

3 ベクトル情報を用いたラインレースカー

ベクトル情報の取得には Pixy2 を使用し、ラインの白線をベクトルとして取得する。この実験ではクラス分類に SVM を使用し、初めに3クラス分類による走行を試した後、その走行データを基にして5クラスの分類による走行を試した。

5クラスに分類したときの SVM による境界を図 3.1 に示す。

直線クラスを1つ、右カーブおよび左カーブクラスをそれぞれ2つに設定した合計5クラスでの分類を行った。入

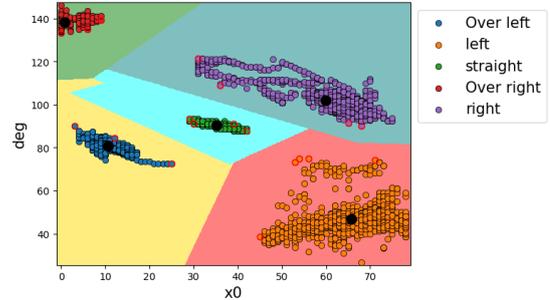


図 3.1 CNN 走行時の操舵角出力

力されたベクトル情報から、始点となる x_0 と角度 (deg) より各クラスの重心位置からの距離を計算し、距離の逆数を重みとする加重平均より制御量を決定する。加重平均にかけるパラメータは、CNN による走行と同様に、あらかじめ DE によるチューニングを行った。また、5つの分類クラスの重心からの距離の近いものの順に、1個から5個まで何個の加重平均をとるか、5通りの推論手法を構築し、それぞれシミュレーションと走行実験を行った。最終的にはすべての値を使用する5つ選択するパターンで、右回りと左回りのどちらも完走することができた。

処理速度は CNN を使用した時に比べ、カメラの性能が向上したことと、推論時間がないため向上したが、走行挙動については安定しておらず、コースアウトすることがあった。これはコースの外側のラインを誤認識しているために起こっていると考えられるが、最後まで修正することができなかった。また、オーバルのコースでの走行は完走できたが、カーブとカーブの切り替わりがうまくいかなかったため競技用のコースでの走行はできなかった。

4 まとめ

本実験ではカメラを用いてラインの情報を取得し、CNN による走行と SVM によるそれぞれの分類方法での走行を試した。CNN での走行は、直線部の揺れが抑えられる結果となったが、処理速度はカメラと推論実行時間に依存するため、カメラの処理速度以上に早くすることは困難であると考えた。ベクトルを使用した場合は処理速度は速くなるが、安定した走行が可能なパラメータの設定がうまくいかず、完走はできるが思い通りの走行とはいかなかった。これらに関しては今後の課題とする。

参考文献

- [1] 西山由華, 四宮友貴, 山本利水, 星野孝総: "類似性ファジィ推論を用いた白線追従制御器の推論ルール数の検証", 第36回ファジィシステムシンポジウム, 日本知能情報ファジィ学会, 2020.