

19C1068 高橋祐樹

Yuuki TAKAHASHI

Key Words: End-to-End Learning, Navigation, Offline

近年、自律移動ロボットの研究が盛んに行われている。Bojarski ら⁽¹⁾ は人が操作するステアリングの角度を end-to-end 学習することで、自律走行する手法を提案した。また、岡田ら⁽²⁾ は、地図を用いたルールベース制御器の出力を模倣することで経路追従行動を獲得した(以下「従来手法」と称する)。しかし、学習器の出力で自律走行させるには、ロボットを何周を走行させる必要があり、時間や手間が必要となる。本研究では、従来手法を基に目標経路上及び周辺のデータを一度に収集してオフラインで訓練する手法を提案する。さらに訓練後に、カメラ画像を入力とした学習器の出力で自律走行させることで手法の有効性を検証することを目的とする。

従来手法に関して述べる。従来手法では、地図を用いたルールベース制御器の出力を模倣し、経路追従行動を獲得する。図 1 に示すシステムでは、LiDAR、オドメトリを入力とした navigation⁽³⁾ の出力である角速度（以下「目標角速度」と称する）を学習器とモータ

The diagram illustrates the architecture of the proposed system. It features a vehicle with three main sensors: Cameras, 2D-LDAR, and Odometry. The Cameras provide Images to a Deep learning module. The 2D-LDAR and Odometry provide data to a Rule-based Controller. The Deep learning module is trained using a Dataset and provides an Action to the Rule-based Controller. The Rule-based Controller provides an Action to the Motor Drive System. The system can operate in Test Mode or Mode Select.

本研究で提案する手法を述べる．従来手法に対して，提案手法は一度にデータを収集して，オフラインで訓練することが異なる．図 2 にデータの収集方法を示す．赤線の目標経路から平行に離れた座標に口

ボットを配置して、カメラ画像と目標角速度を収集する。その後、収集したデータを用いてオフラインで学習を行う。

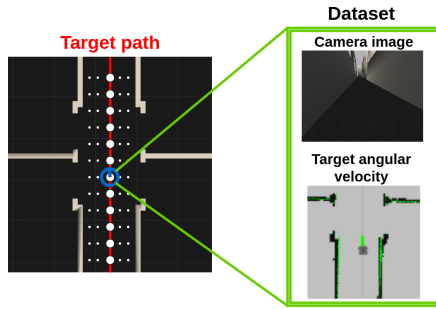


Fig. 2 Method of collecting data around the target route

4. シミュレータを用いた実験

4.1 実験装置 シミュレータには Gazebo の Willow Garage を用いて、図 3 に示すコースで行う。また、ロボットモデルにはカメラを 3 つ搭載した Turtlebot3 Waffle Pi を用いた。

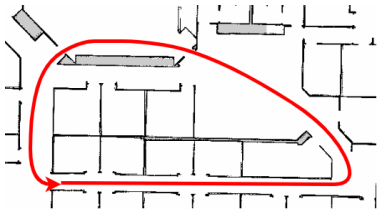


Fig. 3 Course to collect data

4.2 実験方法

1. データ収集フェーズ 図 4 にデータの収集方法を示す。赤線の目標経路から平行に $\pm 0.01, \pm 0.02, \pm 0.04, \pm 0.06, \pm 0.08, \pm 0.10, \pm 0.15, \pm 0.20, \pm 0.30$ [m] 離れた座標にロボットを配置する。そして、その座標ごとに経路に沿った向きを基準として ± 5 度傾けて、カメラ画像と目標角速度を収集する。
2. 訓練フェーズ 4000step, 2000step 学習した。なお、4000step は従来研究において、シミュレータの実験に用いられてきたステップ数である。
3. テストフェーズ 図 3 に示したコースで 10 個の学習済みモデルを用いて走行させる。経路を 3 周できた場合を成功とし、壁に衝突したり、目標経路から 10[m] 以上離れたりした場合を失敗とした。



Fig. 4 Method of collecting data around the target route

4.3 実験結果 実験結果を表 1 に示す。4000step は成功率 100%, 6 分 20 秒で学習が終了した。2000step は成功率 80% であるが、学習は 3 分 10 秒で終了した。ここで、学習時の loss の一例を図 5 に示す。図から学習が収束している様子が確認できる。因みに、従来手法が訓練に最低 40 分程度必要であったのに対して、本手法は上記のように訓練は 6 分程度であるため、大幅に時間を短縮できることを確認した。

Table 1 Number of successes in the experiment

Experiments	Number of successes
Exp.1(4000step)	10/10
Exp.2(2000step)	8/10

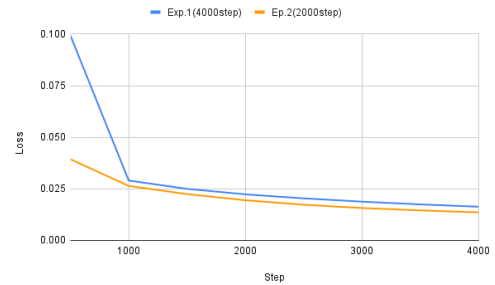


Fig. 5 Loss value in the experiments

5. 結 言

本稿では、従来研究を基にオフラインでデータセットを収集して訓練する手法を提案した。そして、実験により提案手法の有効性を確認した。

文 献

- [1] Bojarski, Mariusz, et al.: "End to End Learning for Self-Driving Cars.", arXiv: 1604.07316, 2016
- [2] 岡田 真也, 清岡 優祐, 上田 隆一, 林原 靖男: "視覚と行動の end-to-end 学習により経路追従行動をオンラインで模倣する手法の提案", 計測自動制御学会 SI 部門講演会 SICE-SI2021 予稿集, pp.1147-1152, 2020.
- [3] ros-planning, navigation リポジトリ
<https://github.com/ros-planning/navigation>
(最終閲覧日 2023 年 1 月 19 日)