

# 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 (目標方向による経路選択機能の追加と検証)

19C1101 藤原 柊

## A proposal for an online imitation method of path-tracking behavior by end-to-end learning of vision and action (Addition and verification of path selection function by target direction)

Masaki FUJIWARA

When preparing the manuscript, read and observe carefully this sample as well as the instruction manual for the manuscript of the Transaction of Japan Society of Mechanical Engineers. This sample was prepared using MS-word. Character size of the English title is 14 pts of Times New Roman as well as sub-title. The name is 12 pts. The address of the first author and the abstract is 10 pts of Times New Roman. Character spacing of the abstract is narrowed by 0.2 pts preferably.

**Key Words:** End-to-end learning, Navigation, Target direction

### 1. 緒 言

近年、機械学習を用いた自律走行に関する研究がされている。Bojarski<sup>(1)</sup>らは、人間のドライバーが操作するステアリングの角度と前方カメラ画像を用いて模倣学習を行った。加えて、訓練したネットワークに画像を入力し、生成される操舵指令を用いて走行を行う手法を提案した。また、岡田ら<sup>(2)</sup>は LiDAR、オドメトリを入力とした地図を用いたルールベース制御器による経路追従行動を、前方カメラ画像を用いて end-to-end で模倣学習した。その結果、カメラ画像に基づいてロボットが学習した経路を周回可能であることが確認されている。

本研究では、岡田ら<sup>(2)</sup>の研究(以下、「従来手法」と称する)をベースとして、分岐路において「直進」、「左折」などのコマンドによる制御で、任意の経路を選択可能にする機能の追加を提案する。また、シミュレータ上での実験を実環境に移す際に、問題となった学習時間の長さについて、2つのアプローチの提案と検証を行う。さらに、実環境における提案手法の有効性を検証することを目的とする。

### 2. 従来手法

岡田らの従来手法に関して紹介する。図1に、経路追従行動を視覚に基づいてオンラインで模倣するシステムを示す。手法は機械学習により、学習器の訓練を行う「学習フェーズ」と訓練した結果を検証する「テストフェーズ」に分かれる。

**2・1 学習フェーズ** 学習フェーズは、模倣学習によって学習器の訓練を行うフェーズである。LiDARとオドメトリを入力とする地図を用いたルールベース制御器で自律走行する。この経路追従行動を、カメラ画像を用いた end-to-end で模倣学習する。

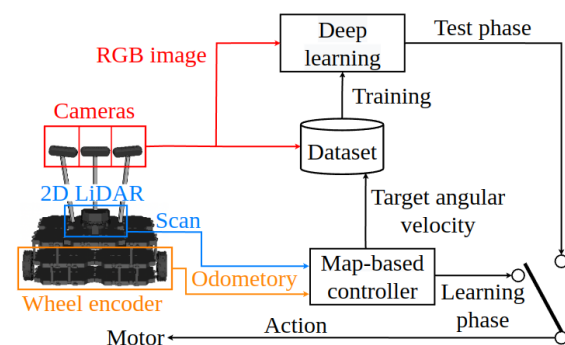


Fig. 1 Sample of clear figure

**Table 1** Sample of expression of values

Target direction	Data
Go straight	[100, 0, 0]
Turn left	[0, 100, 0]
Trun right	[0, 0, 100]

**2・2 テストフェーズ** テストフェーズは, 訓練後の学習結果を評価するフェーズである. 学習器にカメラ画像を入力し, 出力されるヨー方向の角速度を用いて自律走行する.

### 3. 提案手法

経路選択機能の追加を目的として, データセットと学習器の入力へ「直進」, 「左折」などの目標方向を追加する. なお, 追加した要素以外は従来手法と同様である. 図 2 に, 提案手法のシステムを示す. 学習フェーズでは, 目標方向の生成機能を追加した地図ベースの制御器を用いる. テストフェーズでは, 学習器の出力を用いた走行において, 目標方向によって任意の経路を選択する.

本研究で用いた目標方向と学習器へ入力するデータ形式を, 表 1 に示す. 目標方向を分岐路において「直進 (Go straight) », 「左折 (Turn left) », 「右折 (Turn right) 」の 3 コマンドを用いる.

### 4. 実験

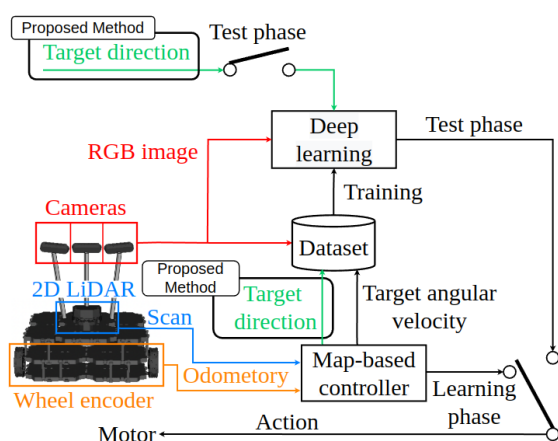
### 5. 結 言

本研究では, 経路追従行動をカメラ画像を用いた end-to-end 学習で模倣する岡田らの従来手法をベー

スに, データセットと学習器の入力へ目標方向を加えることで, 経路選択をする機能の追加を提案した. また, シミュレータ上での実験を実環境に移す際に, 問題となった学習時間の長さについて, 2 つのアプローチを試みることで学習時間を大幅に削減した. 加えて, 実環境での実験を行い, 有効性の検証を行った. 実験結果より, 学習器へ目標方向を与えることで, 指定した経路へ走行する挙動が確認できた.

### 文 献

- [1] Mariusz Bojarski 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-si2020 予稿集, pp.1147-1152(2020).



**Fig. 2** Sample of clear figure