

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)

18C1096 春山健太

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

Kenta HARUYMA

An end-to-end learning method using camera images as input has been studied to make a robot follow a certain path. I add the target direction to the dataset from the previous research and addition of path selection function for branching paths. I propose a method to acquire autonomous running by end-to-end learning with camera images and target direction as input, which can select a path according to the target direction. The proposed method was described in two phases: learning phase and testing phase. The effectiveness of the proposed method was verified by simulator experiments using a turtlebot3 waffle and crossroad environment.

Key Words: End-to-end Learning, Navigation, Target Direction

1. 緒 言

近年, カメラ画像に基づいた自律移動の研究が行われている。Bojaski ら[?] は, 人間のハンドル操作によるステアリング角度の模倣学習を行い, 画像を用いて走行する手法を提案している。また岡田ら[?] は, LiDAR とオドメトリのデータを入力とするルールベースの制御器による経路追従行動を, カメラ画像による end-to-end 学習によって模倣する手法を提案している。上記の研究により, カメラ画像を用いて, ロボットが一定の経路を周回することが可能であると示されている。

本研究では, 岡田らの研究[?] ("従来手法 " とする) をベースに, 図 1 のような分岐路で「直進」と「左折」などの経路を選択可能とする機能の追加を提案する。さらに, 実験を行い, 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

本研究のベースとなる, 経路追従行動を模倣する岡田らの従来手法を述べる。従来手法は, 学習器の訓練を行う「学習フェーズ」と訓練した学習器の出力を



Fig. 1 Path selection

用いて走行する「テストフェーズ」の2つに分けられる。学習フェーズでは, 図 2 で示すように, LiDAR とオドメトリを入力とする地図ベースの制御器による経路追従行動を, カメラ画像を用いた end-to-end で模倣学習する。学習器の訓練後, 図 3 で示すテストフェーズへ移行する。テストフェーズでは, カメラ画像を学習器へ入力し, 学習器の出力 (角速度) を用いて自律走行する。なお, 図 2, 3 の提案手法と記載した部分は, 次章で述べるように, 本研究で追加した機能となる。

3. 提案手法

提案手法は, 従来手法へ経路を選択する機能を加えるために, 学習器の入力に, 目標とする進行方向の情報 (本研究では "目標方向指令 " と呼ぶ) を追加

した．提案手法を図 2，図 3 に示す．学習フェーズでは，目標方向指令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，目標方向指令の入力により，経路の選択を行う．

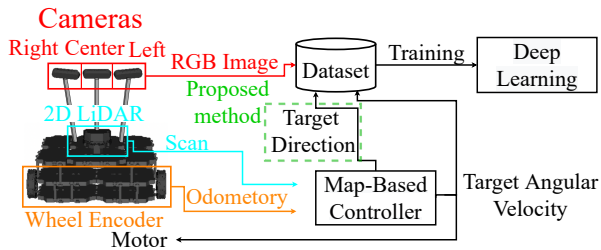


Fig. 2 Learning phase

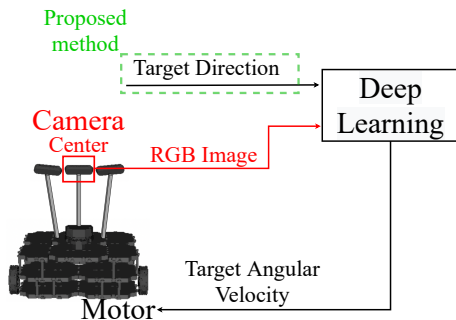


Fig. 3 Test phase

本研究で用いた目標方向指令と学習器へ入力するデータ形式を，表 1 に示す．分岐路以外での「道なり」を示す (continue) 分岐路を「直進 (go straight)」「左折 (turn left)」「右折 (turn right)」の計 4 つを用いる．この 4 つは要素数 4 の One-hot ベクトルで表現する．

Table 1 Target direction and data

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

4. 実験

提案手法による機能の有効性の検証のため，シミュレータを用いた実験を行う．実験装置として図 2，図

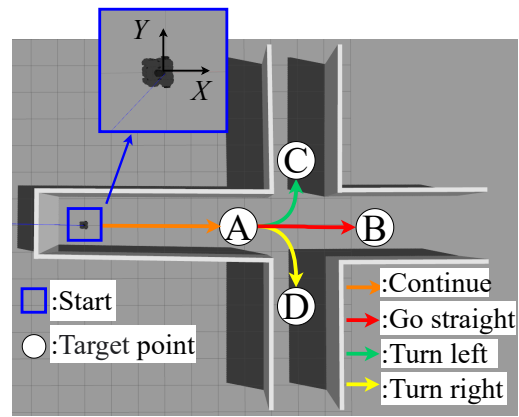


Fig. 4 Environment and route for experiment

3 で示した Turtlebot3 waffle ヘカメラを 3 つ追加したモデルを用いる．図 4 に用いた環境と経路，入力する目標方向指令を示す．環境は道幅が 2.5[m] の十字路を用いる．図 4 中の経路を，下記の手順で走行する．

1. Start - A - Target point(B)
2. Start - A - Target point(C)
3. Start - A - Target point(D)

学習フェーズでは「訓練データ (カメラ画像, 目標方向指令) を学習器へ入力し，結果を出力」を 1step として 6000[step] 学習を行う．訓練フェーズで各経路を 10 回ずつ走行する．両フェーズで用いる並進速度は 0.2[m/s] とした．実験ではテストフェーズにおいて「壁に衝突せず, 指定した目標地点へ到達」を成功「目標方向指令とは異なった経路を選択, または壁に衝突」を失敗とする．

5. 実験結果

実験結果を表 2 に示す．すべての経路において，目標地点へ到達することに成功した．結果から，目標方向指令によって経路を選択可能な機能を追加する提案手法の有効性が確認できた．

Table 2 Number of successes experiment

Route	Number of successes
Start - A - B	10/10
Start - A - C	10/10
Start - A - D	10/10

6. 結 言

本研究では，従来手法をベースに end-to-end 学習による自律走行において，経路選択する機能の追加を提案した．またシミュレータを用いた実験により，機能の有効性を検証した．

文 献

- [1] 工大太郎: “ロボットのしくみ”，日本機械学会論文誌 A, Vol. 108, No. 1034 (2005), pp. 1–2.
- [2] Y. Shibutani: “Heinrich’s Law Resulted Pattern Dynamics –Part2–”, Proceedings of the 79th Kansai Branch Regular Meeting of the Japan Society of Mechanical Engineers, No. 04–05 (2004), pp. 205–206.
- [3] The Japan Society of Mechanical Engineers ed.: “JSME Date Handbook: Heat Transfer”, (1979), p. 123, The Japan Society of Mechanical Engineers.
- [4] K. Kikuchi, M. Miura, K. Shibata, J. Yamamura: “Soft Landing Condition for Stair-climbing Robot with Hopping Mechanism”, Journal of JSDE, Vol. 53, No. 8 (2018), pp. 605–614, <https://doi.org/10.14953/jjsde.2017.2774>.
- [5] 千葉工業大学 未来ロボティクス学科 学科概要: <http://www.robotics.it-chiba.ac.jp/ja/subject/index.html> (参照日 2020 年 1 月 29 日) .