

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

トポロジカルマップとシナリオに基づく経路選択機能の追加と検討

○春山 健太（千葉工大）、藤原 桢（千葉工大）

Instruction for SICE SI Annual Conference Manuscript

○ Kenta HARUYAMA (CIT), and Masaki Fujiwara (CIT)

Abstract: This manuscript describes a method for preparing a manuscript for the annual conference of the SICE SI division.

1. 緒言

本研究グループでは、end-to-end 学習により、カメラ画像を入力として、経路を追従する行動をオンラインで模倣する手法を提案している。[春山] では、これに経路を選択する機能を追加し、[藤原] では成功率の不均衡データの緩和、積極的な蛇行により学習時間の短縮を行っている。この手法（以後、本手法と呼ぶ）をシミュレータや実ロボットを用いた実験により有効性を検証した。本手法は、地図に基づく経路追従行動を模倣して、～のようなカメラ画像を入力とする経路追従行動を生成する。さらに、分岐路などで目標とする進行方向（以後、目標方向と呼ぶ）に応じて、経路を選択して走行する。本手法により、地図に基づく経路追従とカメラ画像を入力とする経路追従の 2 つのナビゲーション手段が得られる。この 2 つの手段を状況に応じて高い信頼性が見込まれる方を選択することで、経路追従を継続できる可能性が高まる。[春山] や [藤原] では、訓練後の学習器を用いた走行に用いる目標方向の生成を地図に基づいた制御器を用いて行っていた。カメラ画像を用いて目的地へ到達するためには、カメラ画像のみに基づいて目標方向を生成する必要性がある。本稿では、[春山] や [藤原] で行ってきた経路選択機能を追加した手法へ、カメラ画像を用いた目標方向の生成方法の追加目的としてトポロジカルなプランナの追加を行う。これにより地図に地図に基づいた制御器への依存をなくし、カメラ画像のみに基づいて指定された経路に沿って走行し、目的地へ到達することが期待される。本稿では、～に対して目標方向の生成、経路の指示を行うナビゲーションの追加について議論する。また、実ロボットを用いた実験を通して、有効性を確認する。

2. 提案手法

2.1 目標方向によって条件付けた模倣学習

基本的な流れオーバーサンプリング積極的な蛇行

2.2 目標方向を生成する～

2.2.1 シナリオ

目的地までの経路の設定及び、目標方向の生成を行う通路の特徴に基づいたナビゲーション手法について述べる。この手法は島田らがアンケートから得た、人が道案内利用する、向いている方向や突き当たりなどの通路情報に関する情報を含有了した、ナビゲーションに用いるトポロジカルマップとシナリオ（経路の表現）の形式を

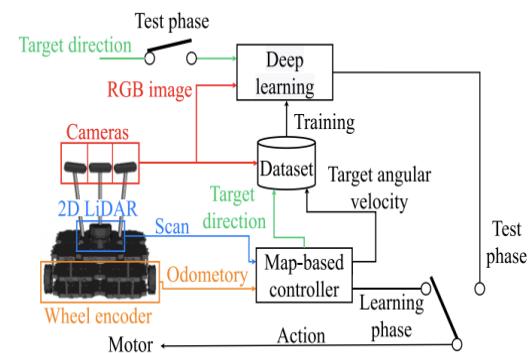


Fig.1 imitation

提案し、実ロボットを用いた実験により提案したナビゲーション手法の有効性を検証している。島田らは 1. シナリオからロボットの制御用の手順を生成する機能、2. 通路の特徴を検出する機能 3. 経路に沿って通路を走行する 3 つの機能を開発している。本稿では 1. のシナリオからロボットの制御用の手順を生成する機能のみを用いる。

2.2.2 カメラ画像を用いた通路分類

カメラ画像に基づいた通路分類器について述べる。通路分類器の概要を～に示す。通路分類器は一連のカメラ画像を入力とし、現在の通路の特徴の分類を出力する。これにより LiDAR や全天球カメラ分類する通路の特徴は島田らに倣い、??に示した 8 つに分類する。

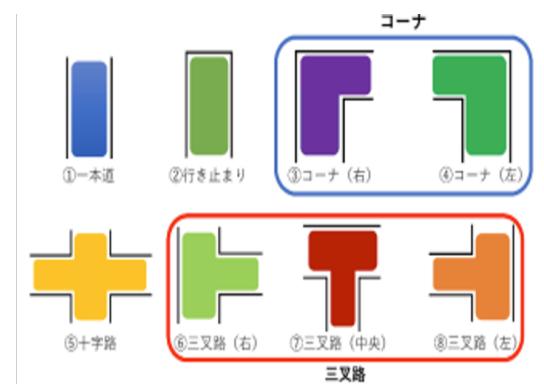


Fig.2 intersection

具体的なネットワーク構造を図～に示す。構造に関して D. バットらが提案した CNN と LSTM を組み合わせた LRCN をアーキテクチャを参考としている。フレーム数は 16 入力画像サイズは 64 × 48 出力 8 としている。通路の分類の範囲の図の話通路の検出タイミング

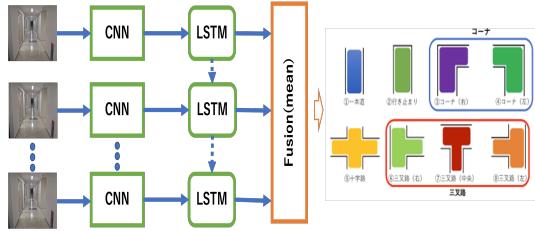


Fig.3 LRCN

の話

3. 実験

カメラ画像を入力とする学習器へ島田のナビゲーションを加えたシステムを組み合わせた実験を行います。

3.1 実験装置

実験装置を～に、またセンサ構成を～に示す。本学で開発している orne gamma をベースにカメラを 3 つ追加している。



Fig.4 orne gamma

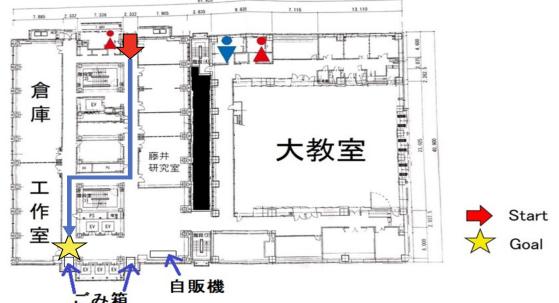
3.2 実験方法

実験環境には～でしめした千葉工業大学津田沼キャンパス 2 号館 3 階を用いた。まず初めに学習器、通路



Fig.5 cit3f

分類器の訓練を行う。～に示した経路を一周し、データを収集する。模倣学習はオンラインで走行しながら学習を行う。通路分類器は収集したデータを用いて、30epoch 学習を行う。実験で用いるシナリオについては島田らが用いた 50 例のシナリオの中から図中に示したエリアの 7 例を抽出した。その際、～のように 1. 地図ベースの制御器で通行が困難な場所が含まれるもの。～のように 2. その場で「右を向く」といった学習器の出力を用いた走行では達成が困難なもの除外している。出発地までは人がジョイスティックによりロボットを操作し、初期位置でのロボットの向きもシナリオに基づいてセットした。～に実験に用いたシナリオ例を示す。



3つ目の三叉路まで直進、右折、突き当たりまで直進、左折、左手に通路が見えるまで直進、停止。

Fig.6 scenario24

3.3 実験結果

結果として、抽出した 7 例のうち、7 例で人間の介入なしで、指定された経路に沿って走行し目的地へと到達した。この 7 例では、模倣学習側、及び通路検出の双方で人間の介入なしで目的地へ到達。

4. 結言

本稿では、条件付き模倣学習によって訓練した学習器を用いた走行に対して、目標方向の生成を目的として、トポロジカルなナビゲーション追加を行った。カメラ画像のみに基づいて、目的地へのナビゲーションが可能であることを実験により確認した。今後は実験環境を屋外などのより広い環境へと拡張する予定である。

本稿はあくまでも予稿原稿を作成するためのガイドラインを示したもので、改行幅やフォントの設定などについては、原稿の内容や量に合わせて適宜判断していただき、原稿を作成してください。また、本稿は SICE-SI の予稿原稿の書き方^{[1][2][3]}を参考に、TeX 用書式を用意したものです。適宜 sice-si.cls を変更して使用してください。

参考文献

- [1] 計測太郎, 制御花子: “SICE SI 予稿原稿の書き方（サンプル）”. 計測自動制御学会 SI 部門講演会 SICE-SI 予稿集, pp. 0000–0000, (20??).
- [2] 計測太郎, 制御花子: SICE SI 予稿原稿の書き方（サンプル本）. 計測自動制御学会, (20??).
- [3] 計測自動制御学会: ホーム | 公益社団法人 計測自動制御学会. Accessed on 31.08.2023. (1961). URL: <https://www.sice.jp/>.