

# 卒業論文

## 測域センサの反射強度を利用した視覚と行動の end-to-end 学習による人追従行動の模倣

Imitation-based end-to-end learning for human tracking behavior  
using reflected intensity from range sensors

2023 年 12 月 15 日 提出

指導教員 林原 靖男 教授

千葉工業大学 先進工学部 未来ロボティクス学科

20C1102 馬場 琉生



# 概要

測域センサの反射強度を利用した視覚と行動の  
end-to-end 学習による人追従行動の模倣

hogehoge

キーワード: 人追従, end-to-end 学習, モバイルロボット

# abstract

Imitation-based end-to-end learning for human tracking behavior  
using reflected intensity from range sensors

keywords: Person following, End-to-end learning, Mobile robot

# 目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景 . . . . .	1
1.2	目的 . . . . .	3
1.3	論文の構成 . . . . .	4
第 2 章	要素技術	5
2.1	end-to-end 学習 . . . . .	5
2.2	深層学習 . . . . .	6
2.2.1	Convolutional Neural Network (CNN) . . . . .	6
2.3	LiDAR . . . . .	7
第 3 章	提案手法	8
3.1	提案手法の概要 . . . . .	8
3.2	学習フェーズ . . . . .	9
3.3	追従フェーズ . . . . .	10
3.4	ルールベース制御器 . . . . .	11
3.5	ネットワーク構造 . . . . .	12
第 4 章	実験	13
4.1	実験の手順 . . . . .	13
4.2	実験装置 . . . . .	14
4.3	実験方法 . . . . .	15
4.4	結果と考察 . . . . .	16

目次	vi
第 5 章 結論	17
参考文献	18
付録	19
謝辞	20

# 目次

1.1	Training the neural network [1] . . . . .	1
1.2	The trained network is used to generate steering commands from a single front-facing center camera. [1] . . . . .	2

# 表目次



# 第 1 章

## 序論

### 1.1 背景

近年，機械学習を用いた自律移動に関する研究が盛んに行われている．Bojarski ら [1] は，カメラ画像とステアリングの角度を教師信号とし，end-to-end 学習することで自動車の自動運転に成功している．このシステムは，人間からの最小限の学習データで，車線のあるなしを問わず一般道や高速道路での渋滞中の走行を学習する．また，駐車場や未舗装路など，視覚ガイダンスが不明瞭な場所でも運転することができます．本システムは，人間の操舵角のみを学習信号として，道路の特徴を検出するなどの必要な処理を内部表現として自動的に学習させる．このため，例えば，道路の外周を検出するような明示的な学習は行っていない．

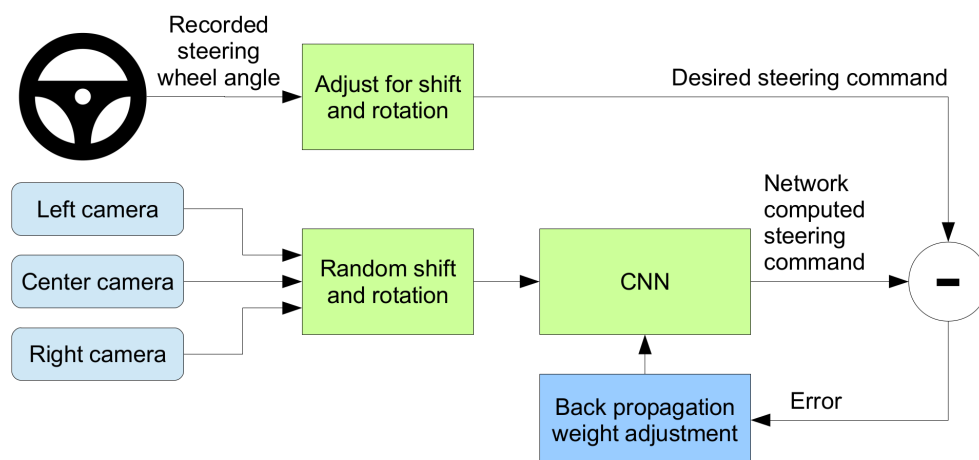
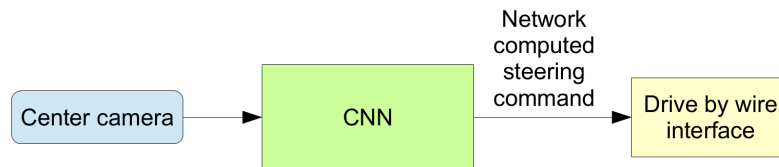


Fig. 1.1: Training the neural network [1]

学習後は, Fig. 1.2 に示すようにカメラ画像から直接ステアリングコマンドを出力するシステムになっている.



**Fig. 1.2:** The trained network is used to generate steering commands from a single front-facing center camera. [1]

岡田ら [1] はこれらの技術を応用し, カメラ画像に基づく人追従行動を獲得している. ここで  
の教師信号はカメラ画像とルールベース制御器の出力である.

## 1.2 目的

## 1.3 論文の構成

## 第 2 章

# 要素技術

### 2.1 end-to-end 学習

## 2.2 深層学習

### 2.2.1 Convolutional Neural Network (CNN)

## 2.3 LiDAR

## 第 3 章

# 提案手法

### 3.1 提案手法の概要



## 3.2 学習フェーズ

### 3.3 追従フェーズ

## 3.4 ルールベース制御器

## 3.5 ネットワーク構造

## 第 4 章

# 実験

### 4.1 実験の手順

## 4.2 実験装置

## 4.3 実験方法

## 4.4 結果と考察



## 第 5 章

## 結論

## 参考文献

- [1] Mariusz bojarski et al. "end to end learning for self-driving cars". arxiv: 1604.07316, 2016.

## 付録

# 謝辞

本研究を進めるにあたり，1年に渡り，熱心にご指導を頂いた林原靖男教授に深く感謝いたします．