

日本ロボット学会 第118回ロボット工学セミナー 実施報告

「実践的に学ぶ！深層学習を用いた自動運転・ナビゲーションの最前線」

日時： 2019年4月23日（火）10:00～17:30（開場9:30）

会場： 東京大学 本郷キャンパス 武田先端知ビル 5F 武田ホール（東京都文区本郷 7-3-1）

参加者数： 132名（会場），115名（遠隔）

オーガナイザ： 香月理絵（株式会社東芝）

サブオーガナイザ： 桑原伸明（Kyoto Robotics 株式会社），荒井翔悟（東北大学）

1. セミナー概要

本セミナーでは、深層学習を用いた自動運転・ロボットナビゲーションについて5人の講師にご講演いただきました。まず、深層学習の実装が未経験の研究者や技術者のために、深層学習・深層強化学習の基礎から実装までを解説するチュートリアルを実施しました。そして、深層学習を用いた空間モデリングと移動ロボットの進路予測、深層強化学習を用いたナビゲーションについて、最先端の技術をご紹介します。

参加者は、会場132人（図1）、遠隔115人、合計247人でした。前年度までは遠隔視聴希望者が定員を超えたため視聴をお断りすることがありました。今年度より遠隔視聴の最大回線数を50回線に拡大し、本セミナーでは43回線（115名）に遠隔視聴していただきました。

本セミナーでは4つの企画を実施しました。①ツールを用いたディープラーニングの動作内容の体感、②Twitterからの質問受付、③セミナー全体を通じた質問、④強化学習の本の抽選会。これらの企画を通じて、講演者と会場参加者・遠隔参加者が共に盛り上げていくセミナーを目指しました。



図1 会場の様子

2. セミナー報告

2. 1 第一話 【チュートリアル】深層学習の動作の視覚的体感とフレームワークの特徴比較

シンギュラーテクノロジーズ／FMIC 森出 茂樹

生産現場などでの AI 導入をコンサルティングされている森出氏を講師にお迎えしました。ご講演では、ニューラルネットワークの各種パラメータの意味の理解や、チューニングのための各種ノウハウなどを実践的に学んでいただくため、ビジュアル学習ツール Playground を用いたパラメータチューニングのデモを実施していただきました（図 2）。参加者はデモを見たり Playground を操作したりして、チューニングの勘所を体感していただきました。

次に、深層学習の各種フレームワークについて、特徴、用途、実装方法などを比較解説していただきました。



図 2 森出様のご講演

2. 2 第二話 画像を用いた空間モデリングとその応用

産業技術総合研究所 櫻田 健

異なる時刻で得られたセンサデータを用いて 3 次元モデリングをする 4 D モデリングについて、櫻田様よりご講演いただきました（図 3）。4 D モデリングを用いると 3 次元地図の時系列変化の検出などが可能になり、3 次元地図のメンテナンスに役立ちます。櫻田様が扱う 4 D モデリングでは、異なる時刻のみならず、異なるセンサ（LiDAR や温度カメラ）で得られたデータとの融合方法もご紹介いただきました。



図 3 櫻田様のご講演

2. 3 第三話 深層学習を用いた移動ロボットの進路予測

デンソーアイティラボラトリ 佐藤 育郎

佐藤様からは、直進／右折／左折といった移動ロボットの複数挙動を推論するための深層学習についてご講演いただきました（図 4）。

ご講演は二部構成で、第一部では、直進／右折／左折という多峰性を持った任意の確率分布に基づく推論の枠組みとその移動ロボットへの応用について紹介してくださいました。第二部では、Deep Kalman Filter (DKF) と呼ばれる、深層モデルを状態空間モデルへ拡張した方法についてご紹介いただきました。DKF について、会場・Twitter の質問が盛り上がり、さらにアンケートで高い関心が示されました。

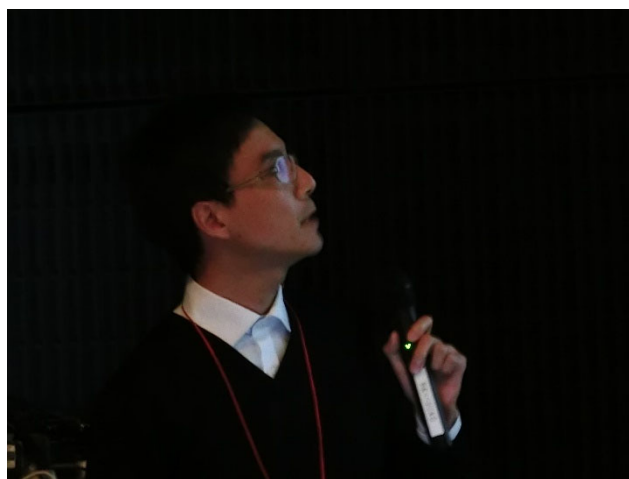


図 4 佐藤様のご講演

2. 4 第四話 【チュートリアル】深層強化学習の実応用のための報酬設計

千葉大学 荒井 幸代

荒井先生からは、はじめに深層強化学習の定義をご講演いただきました。従来の強化学習

では状態の特徴量を人手で設計していましたが、深層強化学習では深層学習が状態を認識し、特徴量を自動で生成します。深層強化学習を用いることで、人手による特徴量の設計が不要、(学習した範囲での)未知環境への対応が可能になる、高次元入力に対応可能になる、という利点があります。

次に、強化学習の収束のためには報酬設計が重要であることと、強化学習を用いた報酬設計法である逆強化学習 (IRL) をご紹介していただきました (図 5)。IRL は熟練者の行動から報酬を推定する学習手法です。IRL を用いることで、人手による報酬の設計が不要になったり、人が気づかなかった報酬を発見したりできます。

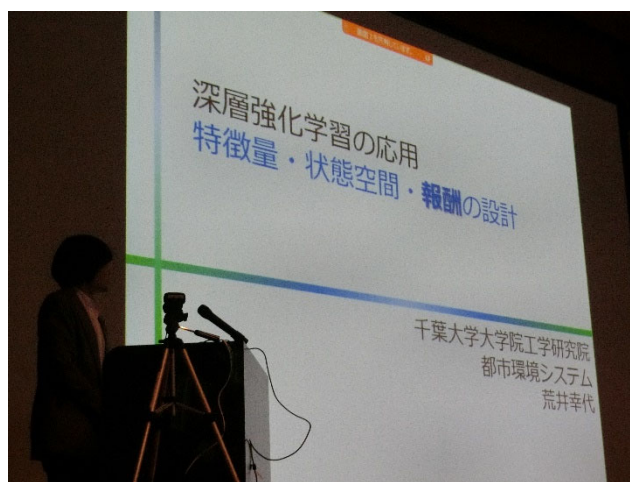


図 5 荒井先生のご講演

2. 5 第五話 自動運転における車両群制御に向けた深層学習の適用 北海道大学 山下 倫央

山下先生からは、第一の話題として、車両群全体の移動効率を向上させるための Deep Q-Network (DQN)を用いた運転行動の学習手法を紹介していただきました (図 6)。学習において、状態に各車の速度や合流点までの距離などを、行動に高速走行、低速走行、停止などを、報酬に通過、事故などを設定しました。RC 車を用いた実験を実施し、学習の結果として得られた“ゆずりあい”によりラウンドアバウトでの交通量が増加することを確認されました。

第二の話題として、ステアリングやアクセルの PID 制御について、ニューラルネットワーク (NN) を用いてゲインを自動調整する手法 (ニューロ PID) について紹介していただきました。具体的には、過去の制御対象 (ステアリングまたはアクセル) の測定値 $y(t)$ と過去の制御量 $u(t)$ を NN に入力し、PID ゲインを出力させます。その PID ゲインを用いて目標値と $y(t+1)$ との偏差を求め、NN の重みを更新します。停止線で RC 車を停止させる実験において、人手で調整した PID ゲインでは停止線をオーバーしましたが、NN を用いた PID ゲインを用いると停止線で停止できました。



図 6 山下先生のご講演

2. 6 全体を通じた質問

講師の皆様に登壇していただき、質問ツイートに答えていただきました（図 7）。司会が矢継ぎ早に質問したにもかかわらず、講師の皆様は要点を押さえて回答してくださいました。質問会を通じて、講演後に寄せられた質問に対応することができました。時間の都合上、全部の質問ツイートに答えられなかったことをご容赦ください。



図 7 全体を通じた質問

2. 7 抽選会

抽選くじをひき、第四話講師の荒井先生らが執筆された「これからの強化学習」を当選者にプレゼントしました（図 8）。



図 8 抽選会

3. まとめ

本セミナーでは、深層学習を用いた自動運転・ロボットナビゲーションの最前線について第一線の研究者に講演していただきました。

聴講者アンケート(回収数 112,回収率 64%)では,期待通り:61票,どちらでもない:42票,期待はずれ:6票,不明:3票という結果でした。本セミナーのタイトル「実践的に学ぶ」について、第一話で Playground を用いた深層学習の動作の視覚的体感を取り入れました。第一話は 80 票の評価をいただき、体験型の学習への人気うかがえました。

Twitter 活用はロボット工学セミナー初の試みでした。ツイートからの質問を多くいただき、さらに、講演後時間が経ってからの質問も受けられたので、Twitter は会場参加者・遠隔参加者からの質問受け付けに貢献できたと考えています。そして、ツイートを通して、参加者もセミナーを盛り上げてくださいました。

一方、冷房調整、司会の時間配分、ツイートへの対応遅れについて、この場を借りてお詫び申し上げます。

最後に、本セミナーの内容が参加者の皆様の今後の研究開発に寄与することができれば幸いです。

謝辞

ご講演を快諾いただいた講師の方々、熱心に聴講いただいた参加者の皆様に厚くお礼申し上げます。

また、セミナー企画では事業計画委員の皆様に、会場手配では山下淳先生(東京大学)に、セミナー運営ではサブオーガナイザの桑原様・荒井先生、日本ロボット学会事務局の水谷様、受付係の皆様に大変お世話になりました。心より感謝申し上げます。