

機械学習・ロボット研究融合のためのシステムデザインおよび

運用・管理支援を行う統合的開発環境に関する研究

研究代表者 尾形 哲也
(基幹理工学部 表現工学科 教授)

1. 研究課題

本プロジェクトでは、人間の習熟した動作を機械システムとの相互作用による教示を繰り返すことで汎化されたロバストな機械学習を用いた制御器の構築に関する研究を行っている、人間が動作を教示することにより、本体破損の危険がある試行錯誤の時間を大幅に短縮することが期待できる。本プロジェクトでは、このような機械学習を用いたロボット制御器の構築方法について体系化し、柔軟物体操作や、力覚制御による環境相互作用が必要なタスクへの、深層学習器を用いたロボット制御法の応用可能性について明らかにする。

2. 主な研究成果

2.1 本文

近年、分散システムが一般化し、様々な場面で使用されている。ロボット分野には、分散システムの構築を支援するソフトウェアやミドルウェアは多くあるが、構成モジュールの再利用やシステムの拡張性を向上させるために、その物理的分散を隠蔽し、単一のコンピュータシステムと見せる位置透過性を持つ。しかし、実世界で動作するロボットシステムでは、構成モジュールの実世界位置がシステム運用管理に重要な情報であるため、この位置透過性が負の影響を与えることがある。そのため本研究では構成モジュールが実行されているホストコンピュータを認識し、そこに構成モジュールを重畳表示することで、実世界位置を明示することを目指した。

具体的には Microsoft Holo Lens をつかった AR システムを構築し、ロボットや環境センサ、またロボット制御を行う PC に AR マーカーを貼付し、これをカメラで認識しグラス上で実環境画像に重畳表示させることとした。一方で、各 AR マーカーと PC の IP アドレスに代表される物理システム内での論理的な位置との対応関係は、先行研究においても作り込みとされており、システムを拡張するたびにこのルックアップテーブルを手動で拡張する必要があった。本研究では液晶パネルを搭載した小型デバイスをホスト PC に搭載し、ホスト上でアプリケーションを実行することで、ホストとなる PC の IP アドレス情報を含んだ AR マーカーを前述の小型デバイスの液晶パネルに表示させることで、システムの拡張性を大きく改善した。



Figure 1 AR マーカーを表示した小型デバイスと，重畳表示させたソフトウェアモジュール

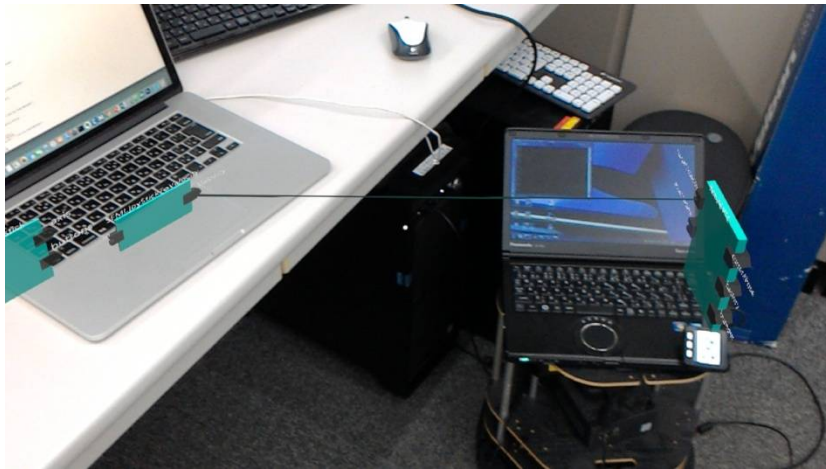


Figure 2 研究室内の移動ロボットと管理用 PC に重畳表示させたソフトウェアモジュール

3. 共同研究者

森 裕紀（次世代ロボット研究機構・客員講師）

菅 佑樹（理工学総合研究所 次席研究員）

4. 研究業績

[1] 児玉隆一郎，廣瀬剛，長瀬雅之，川口仁，菅佑樹，尾形哲也：ロボットシステムとディープニューラルネットワークのシームレスな連携を実現する統合開発環境，計測自動制御学会論文集，Vol. 56, No. 1, 2020 年 1 月．

[2] Momomi Kanamura, Yuki Suga, Tetsuya Ogata: Development of a Basic Educational Kit for Robot Development Using Deep Neural Networks, Proceeding of IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2020), accepted, Honolulu, USA, Jan. 12-15, 2020.

4.2 総説・著書

[1] AI 事典 第 3 版，近代科学社，2019 年 12 月 21 日．（「深層学習によるインタラクション・記号の創発」，「多種感覚による“能動的”認識」，「行動学習」担当）

- [2] 尾形哲也：深層予測学習を利用したロボット動作学習とコンセプト，人工知能，Vol.35，No.1，pp.12-17，2020 年 1 月
- [3] 尾形哲也：ディープラーニングによるロボットの認知と行動の予測学習モデル：ひと・健康・未来，公益財団法人ひと・健康・未来研究財団，Vol. 21，pp. 30-35，2019 年 6 月

4.3 招待講演

- [1] 講演：ディープラーニング×ロボティクスー知能ロボットの現在とこれから，Emerging Technology Nite #16, MIT Technology Review, 角川本社ビル（オンライン），2020 年 3 月 3 日
- [2] 講演：深層学習モデルのロボットへの応用，科学技術未来戦略ワークショップ「深層学習と知識・記号推論の融合による AI 基盤技術の発展」，文部科学省科学技術振興機構（JST）CRDS，JST 東京本部別館，2020 年 1 月 30 日
- [3] 講演：人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発，NEDO AI&ROBOT NEXT シンポジウム，新宿ルミネゼロ，2020 年 1 月 16 日，17 日
- [4] 講演：深層学習のロボット動作学習への応用と研究事例，serBOTinQ & T-AI-Com ジョイントセミナー，東京人工知能コミュニティ（T-AI-Com），富士ソフトアキバプラザ，2019 年 12 月 22 日
- [5] パネリスト，QWS アカデミア：未来からのクエスチョン「AI テクノロジーへの期待と課題を語ろう：先端研究・ニュービジネス・人材育成」，SHIBUYA QWS 内 SCRAMBLE HALL，2019 年 11 月 20 日
- [6] Invited Talk: Deep Learning for Robot Motion Generation – Dynamic Goal Inference by Gradient Descent, Workshop on Learning Representations for Planning and Control, The 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019), Macau, China, 8th November 2019.
- [7] 講演：ディープラーニングによるロボット研究の新しい展開，公開講座／ソフトサイエンスシリーズ第 41 回「AI とロボット」，中京大学名古屋キャンパス 図書館・学術棟「清明ホール」，2019 年 10 月 19 日.
- [8] 講演：深層学習と運動感覚学習-認知発達ロボティクスの視点からー，第 4 回京都こころ会議シンポジウム「こころと Artificial Mind」，京都大学百周年時計台記念館，2019 年 10 月 14 日.
- [9] Invited Talk: Deep Learning in Robots from the perspective of Cognitive Developmental Robotics, International Symposium on Machine Intelligence for Future Society 2019, Waseda University, Tokyo, Japan, 9th September 2019.
- [10] 特別講義：深層学習モデルによるロボットの感覚運動学習，ヒューマノイド・ロボティクス 2019 夏の学校，日本ロボット学会ヒューマノイド・ロボティクス研究専門委員会，明治大学駿河台キャンパス，2019 年 9 月 8 日.
- [11] 講演：NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」企画オープンフォーラム，第 37 回日本ロボット学会学術講演会，早稲田大学早稲田キャンパス，2019 年 9 月 7 日.
- [12] Invited Talk: Deep Predictive Learning for Robot System and Application Examples, The 4th World Congress of Robotics (WCR-2019), Theme: AI and Robotics, Shenyang, China, 1st September 2019.
- [13] Panelist: “Algorithms: Define AI for the Future”——International Frontier Algorithms Summit, World Artificial Intelligence Conference 2019, Shanghai, China, 30th Aug. 2019.
- [14] Invited Talk: Language Grounding in Robot Behavior by Deep Learning, 3rd Workshop on Language Learning at the 9th Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EPIROB 2019), Oslo, Norway, 19th August 2019.

- [15] 講演：深層学習と運動感覚学習—認知発達ロボティクスの視点から—，京都大学こころの未来研究センター第5回こころ研究会，稲盛財団記念館，2019年8月6日
- [16] 講演：深層予測学習を用いた感覚運動系の獲得と共同研究事例，精密工学会画像応用技術専門委員会定例研究会，中央大学，2019年7月12日
- [17] 講演：深層学習と認知ロボティクス，早稲田地球再生塾シンポジウム2019「脳科学と感性科学の融合」，早稲田大学，2019年7月3日
- [18] 講演：深層学習によるロボット動作の知能化と応用例，第152回微小光学研究会「AIで拓げる微小光学」，応用物理学会，早稲田大学西早稲田キャンパス，2019年6月14日
- [19] 講演：ロボティクスの今，TheWave湯川塾第48期，2019年6月10日
- [20] 招待講演：深層学習を用いた生活支援ロボットの模倣学習，NEDO企画セッション，人工知能学会全国大会，朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター，2019年6月6日
- [21] 特別講演：深層学習の概要とロボット応用事例，日本フルードパワーシステム学術講演会，機械振興会館，2019年5月31日
- [22] Invited Talk: Predictive learning with deep neural network for robot systems, IoT Enabling Sensing/Network/AI and Photonics Conference 2019 (IoT-SNAP2019), Pacifico Yokohama, 24th April 2019
- [23] 記念講演：AI（深層学習）のロボット応用における企業との連携事例，群馬県立群馬産業技術センター，2019年4月19日

4.4 受賞・表彰

2019年 ROBOMECH 表彰（産業・応用分野），日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門（2019年6月）

2019年 Best paper award, Advanced Robotics, International Journal of the Robotics Society of Japan (2019年9月)

2019年 FA財団論文賞（2019年12月）

4.5 学会および社会的活動

産業技術総合研究所人工知能研究センター特定フェロー
科学技術振興機構 ACT-I「情報と未来」領域アドバイザー
科学技術振興機構さがけ研究「社会デザイン」領域アドバイザー
人工知能学会誌編集委員
計測自動制御学会理事
Senior Editor, Advanced Robotics Editorial Board
4.6 Action Editor, Neural Networks Editorial Board

5. 研究活動の課題と展望

本フレームワークの汎用性を向上させ，公開することを目標としている．現状では，特殊なハードウェアを用意しなければいけない点，起動するアプリケーションにブリッジソフトウェアなどがあり，システムが複雑化している点を問題としており，異なるロボット用ミドルウェアを採用する，ないしはミドルウェアを新たに開発すること等を念頭に研究を進めていく予定である．