

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、実環境で動作するロボットの実現を目的とし、機械学習を行うための1. システムデザイン, 2. システム構築, 3. テストと運用, 4. データ収集と評価, をスムーズに実現するための、開発工程のデザインと、それを支援するソフトウェアの開発を行う。本システムを実現することで、すでに存在するロボティクス用のソフトウェア国際規格開発へのフィードバックや、新たなデファクトスタンダードとしてのAI・ロボット技術融合システム開発の確率を目指す。

2. 主な研究成果

2.1 本文

本年度は、深層学習 (Deep Neural Network, DNN) を用いたロボット開発における、更なる活発化と効率化の促進を目指し、実践的なシステムとマニュアルから構成される、DNN とロボティクスの基礎学習のための教材を開発した。

近年、DNN をロボティクスへ応用する研究開発が進んでいる。DNN を用いたロボット開発に参入するには双方の知識を要する。しかし、機械学習とロボティクスは異なる学問領域であり、相互の技術・人材の交流が困難な現状にある。現在の DNN を用いたロボット開発の課題として、基礎学習に適した教材がないこと、また、システムの全体を再現性および再利用性の高いレベルで公開しているものはないことが挙げられる。DNN を用いたロボット開発領域における持続的な発展のために、DNN とロボティクス、双方の知識を持った技術者の育成を目的とした、教材を開発する必要がある。

そこで本研究では、DNN を用いたロボット開発のための教材として、実践的なシステムおよびマニュアルを開発した。それぞれの分野における初学者が利用することを前提とし、実践的なシステムおよびマニュアルから構成される、明示性、実用性および有益性の高い教材を目指した。教材の学習目標を把握し、明示性の高い構成とするため、DNN を用いた研究開発プロセスの分析を行い、ユースケースごとに工程を分割し、それぞれ、学習データの収集を行う「データ収集 (Data Collecting, DC)」, 学習モデルを生成する学習処理を行う「学習 (Machine Learning, ML)」, そして、学習モデルを用いて様々な処理を行う「タスク遂行実験 (Task Execution, TE)」とした。DC, ML, TE の3段階から構成される階層型システムモデルを、DNN を用いた研究開発におけるシステムの構築モデルとして提案した (図1)。

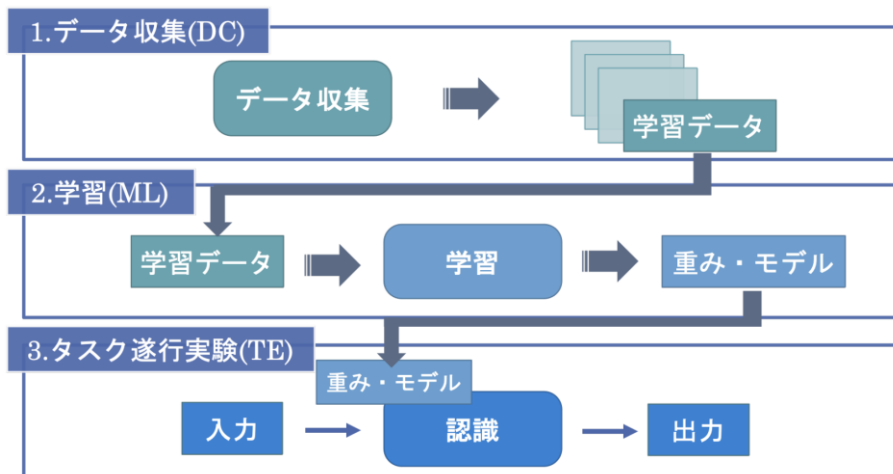


図1 階層型システムモデルの概要

本提案の実証モデルとして、卓上に置いた対象となる物体を、カメラに映る位置に関わらずアームで把持することをタスクとする、DNN を用いた物体把持操作システム（図2）に適用した．そして明示性，実用性および有益性を考慮したシステムの設計と実装を行った．システム運用方法に関する，詳細なマニュアルを加えることで，DNN を用いたロボット開発の手順を体験し，基礎を学ぶための教材として完成させた．

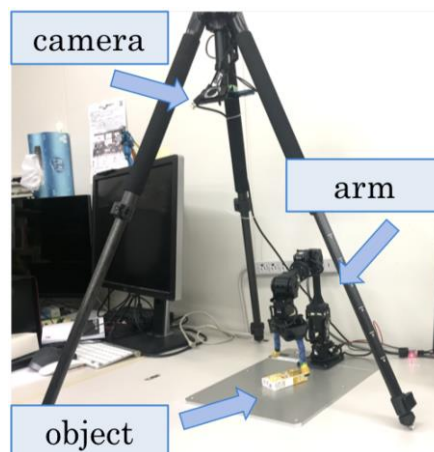


図2 評価用物体把持操作システム

3. 共同研究者

菅 佑樹（理工学総合研究所・次席研究員）

4. 研究業績

4.1 学会発表

金村杏美，菅佑樹，尾形 哲也：深層学習を用いたロボットシステム開発の基礎学習キット，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2018，2E1-10，2018 年 12 月 14 日．

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ニューラルネットワークの統合開発環境の活用事例と改善提案，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2018，1C1-07，2018 年 12 月 13 日．

村田祐樹，菅佑樹，尾形哲也：AR とロボットミドルウェアを用いたロボットシステム構築法の開発，日本ロボット学会第 36 回学術講演会，3H1-01，中部大学，2018 年 9 月 7 日．

菅佑樹，中野将尚，石原達也，肥後直樹，越地弘順，椿俊光，尾形哲也：R-env と OpenRTM-aist との連携機能の実装，日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会，2A1-F10，2018 年 6 月 5 日．

4.2 総説・著書

尾形哲也，解説：ロボットの世界における AI の現状と展望，月刊エネルギーレビュー，特集「実世界への AI 導入」，Vol. 456，pp.10-13，2018 年 12 月 20 日（URL）．

4.3 招待講演

特別講演：深層学習によるロボットシステム自動化に向けて，砥粒加工学会，研磨の基礎科学とイノベーション化専門委員会研究会，東京工業大学 キャンパス・イノベーションセンター，2019 年 3 月 6 日．

講演：予測不確実性に基づく認知と行動変化—ニューロロボティクスの視点から，「深層学習の先にあるもの - 記号推論との融合を目指して(2)」公開シンポジウム，東京大学先端人工知能学教育寄附講座，東京大学 武田先端知ビル 武田ホール，2019 年 3 月 5 日．

セミナー：深層学習（Deep Learning）によるマルチモーダル学習とロボットの行動学習，トリケップスセミナー，オームビル，2019 年 2 月 14 日．

講演：ディープラーニングのロボット応用のアプローチと応用事例，日本監査役協会講演会，名鉄ニューグランドホテル，2019 年 1 月 29 日

招待講演：AI（深層学習）とロボットの統合研究と今後の展望，AI・ロボットで描く未来，名城大学平成 30 年度先端科学セミナー，名城大学天白キャンパス，2018 年 12 月 22 日．

Invited Talk (3 hours): Engineering Applications of Artificial Intelligence Conference (EAAIC 2018), Sabah, Malaysia, 4th Dec. 2018.

基調講演：ディープラーニングによる新しい実世界システムに向けて —ロボット研究を事例として，スイス・リー アニュアルフォーラム 2018，マンダリン オリエンタル 東京，2018 年 11 月 22 日．

講演：ロボットへの深層学習利用による福祉応用の可能性，AI × ロボットによる介護福祉分野への変革，やまぐち介護・福祉機器研究会 介護・福祉機器開発セミナー，翠山荘，2018 年 11 月 12 日．

講演：深層予測学習の活用による多様なロボット動作学習，平成 30 年度第 3 回電子デバイス事業化フォーラム，ポリテクカレッジ福山，2018 年 11 月 10 日．

Invited Talk: Workshop on From Robotic Dexterous Manipulation to Manual Intelligence, IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots 2018, Beijing, China, 6th Nov. 2018.

招待講演：深層予測学習を利用したロボットの適応的動作生成—様々なロボットへの応用—，『TSC Foresight』セミナー，イイノホール&カンファレンスセンター，2018 年 10 月 31 日．

特別講演：ディープラーニングがロボットを変える，その先にある未来，NTT テクノクロスフェア 2018，ベルサール東京日本橋，2018 年 10 月 30 日．

Invited Talk: Neural models for linguistic and behavioral integration learning in robots, Symposium 1 at The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (JNNS2018), Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), 25th October 2018.

Tutorial Talk (2 hours): Deep Neural Models for Robot Systems based on Predictive Learning, The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (JNNS2018), Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), 24th October 2018.

セミナー講演：深層学習・予測学習を規範としたロボット行動学習，Japan Robot Week2018 併催セミナー，東京ビッグサイト，2018 年 10 月 17 日（URL）．

Keynote: AI Robot Technology for the Ageing Society, MIRAI Seminar 2018 Workshop, Waseda University, Tokyo, 11th October 2018.

Invited Talk: Recurrent Neural Models for Translation between Robot Actions and Language, Workshop on Language and Robotics, The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2018), Madrid, Spain, 1st October 2018.

講演：ディープニューラルネットの力学系構造設計による複数動作の統合，GTC Japan 2018，グラントプリンスホテル新高輪 国際館パミール，2018 年 9 月 13 日．

講演：ディープラーニングはロボット動作をどう変えるか，IGPI Tech Day 2018，コンGRESクエア日本橋，2018 年 9 月 11 日．

講演：深層学習による実ロボットの効率的な動作教示，とやまロボット技術研究会，富山県新世紀産業機構，富山県民会館，2018 年 8 月 23 日（URL）．

講演：[人工知能学会×CEDEC コラボセッション] 深層学習によるロボット動作の予測・模倣学習，CEDEC2018，パシフィコ横浜，2018 年 8 月 22 日．

チュートリアル講演：深層学習の概説と、” Deep Cognitive Systems” による認知ロボティクスについて，丸の内 AI 倶楽部，明治生命館，2018 年 7 月 27 日．

Keynote speech: Dynamical Integration of Language and Robot Actions by Deep Learning, Second International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2018), Nagoya Congress Center, Japan, July 6th, 2018.

招待講演：深層学習によるロボットの能動知覚と物体ハンドリング，パターン認識・メディア理解研究会（PRMU），電子情報通信学会，信州大学工学部 信州科学技術総合振興センター，2018 年 6 月 28 日．

Invited talk: Emerging applications: humanoid robotics for multiple tasks and communication, VLSI Friday Forum – Machine Learning Today and Tomorrow: Technology, Circuits and System View, 2018 Symposium on VLSI Technology and Circuits, Honolulu, Hawaii, June 22nd, 2018.

講演：深層学習モデルによるロボットの多様な動作学習，テクノロジーNEXT2018，ロボット×ディープラーニングの最前線，ベルサール御成門タワー，2018 年 6 月 13 日．

講演：深層学習によるロボットの活用と展開，北関東地区化学技術懇話会，桐生市市民文化会館，2018 年 4 月 27 日．

チュートリアル講演（3 時間）：深層学習・予測学習を規範としたロボット行動学習，第 111 回ロボット工学セミナー，東京大学武田先端ビル，2018 年 4 月 20 日．

講演：End-to-End 学習に基づくロボットの動作生成, AI・人工知能 EXPO, 東京ビッグサイト, 2018 年 4 月 6 日.

4.4 受賞・表彰

計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会優秀講演賞, 2018 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 (クロスアポイントメント)

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

日本ディープラーニング協会理事

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

Action Editor, Neural Networks Editorial Board

5. 研究活動の課題と展望

本年度は, 深層学習とロボットミドルウェアの統合に関する基本的な取り組みを行った. 今後は, この議論を受けて, より利用しやすい開発環境を開発していく. 具体的には, ロボット開発中に実世界でのロボットの動作や構造を把握させ, 開発をサポートすることを目指す. そのために AR の導入を検討する. AR を用いてロボットシステムの各モジュールが実世界のどの PC・ロボットで実行されているかを表示し, それらを直感的に操作する事で, 初学者でも容易にロボットシステムを構築できるツールの開発を目指す.