

深層学習を利用したコミュニケーションロボットに関する研究

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

本研究では、深層学習によるロボット行動学習と言語学習を融合研究、コミュニケーション研究を発展させることにより、環境認知や言語処理といったコミュニケーションに必要となる高次認知能力を自律的に獲得することを目的とする。最終的には実ロボットを用いて、人間との協働を必要とするような実作業で評価を行う。

2. 主な研究成果

2.1 本文

人間の指示に応じて行動するロボットを目指して、音声言語と行動の関係性をニューラルネットワーク（NN）に獲得させる試みがこれまで行われている。本年度は、特に音声の深層学習処理を中心とした研究成果をまとめている。音声認識において動的に変化する環境への適応は極めて重要なテーマとなる。特にロボットが活動するような実世界の音声では、背景雑音、残響による音響信号の歪みなどの問題を克服する必要がある。

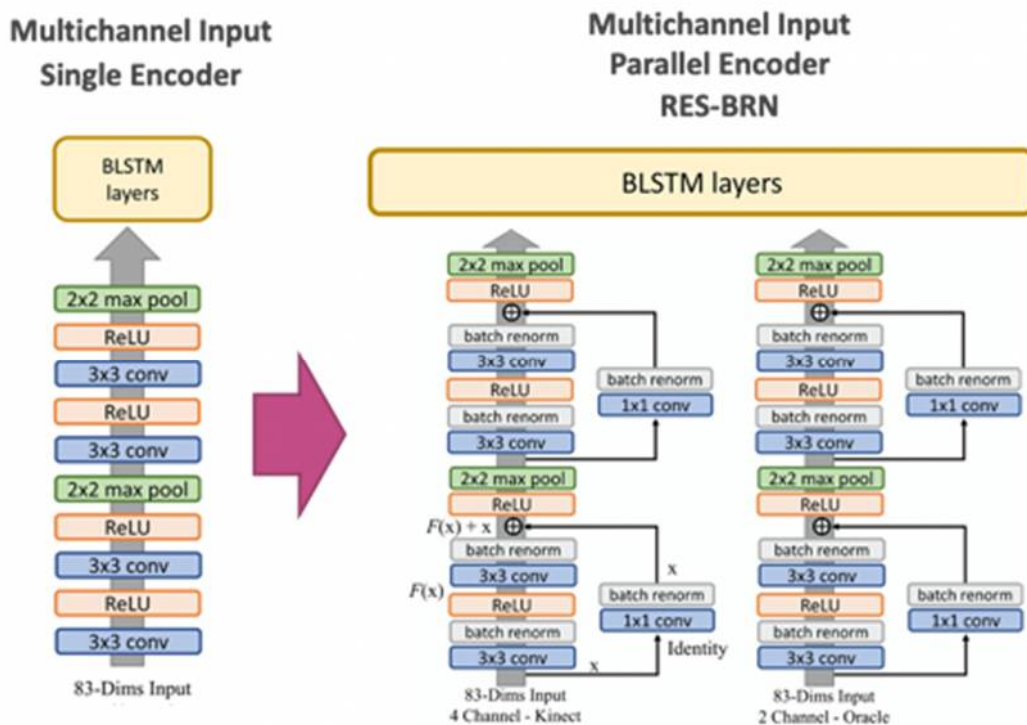


図1 提案した音声認識モデルの概要

そこで特にジョンズホプキンス大学との共同研究において、多様な雑音が存在する環境下での音声認識に関する新たな深層学習の手法が提案した。本手法は、CTC (Connectionist Temporal Classification)-注意モデルと呼ばれる手法を、マルチチャンネルの音響信号に拡張し、加えてバッチの再正規化とマルチレベルの言語モデルを組み合わせ高い性能を実現している(図1)。評価実験には、ジョンズホプキンス大学を中心とした複数機関によって提案されている音声データセット CHiME-5 を利用した。これは、非常に雑音の多い日常環境で収録された 40 時間のデータセットである。実験の結果、複数の条件下で従来の一般的な音声認識手法より、提案手法が有効であることが示された。その他、音楽信号を深層学習によって処理し、ロボット動作に変換する研究なども行っている。

3. 共同研究者

森 裕紀 (次世代ロボット研究機構・客員講師)

村田 慎吾 (創造理工学部・総合機械工学科・助手)

4. 研究業績

4.1 学術論文

Junpei Zhong, Tetsuya Ogata, Angelo Cangelosi, and Chenguang Yang: Disentanglement in conceptual space during sensorimotor interaction, IET Cognitive Computation and Systems, October, 2019. DOI: 10.1049/ccs.2019.0007

Alexandre Antunes, Alban Laflaquière, Tetsuya Ogata, Angelo Cangelosi: A Bi-directional Multiple Timescales LSTM Model for Grounding of Actions and Verbs, Proceedings of 2019 IEEE/RAS International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019), Accepted, (acceptance rate 45%), Macau, China, November 4-8, 2019.

Nelson Yalta, Shinji Watanabe, Takaaki Hori, Kazuhiro Nakadai, Tetsuya Ogata: CNN-based Multichannel End-to-End Speech Recognition for Everyday Home Environments, proceeding of 27th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2019), A Coruña, Spain, September 2-6, accepted, 2019.

Nelson Enrique Yalta Soplin, Shinji Watanabe, Kazuhiro Nakadai and Tetsuya Ogata: Weakly-Supervised Deep Recurrent Neural Networks for Basic Dance Step Generation, Proceedings of the 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2019), accepted, Budapest, Hungary, Jul 14 – Jul 19, 2019.

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ー, 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一，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一，京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 で広げる微小光学」，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
Action Editor, Neural Networks Editorial Board

5. 研究活動の課題と展望

今後は，これまでに進めた言語，運動学習，音声認識の手法を，ロボットと人間との対話，特に「現実世界での行為」に直接立脚した，人間とロボットの協調コミュニケーションに着目した研究を行う．さらに BART など事前に大量の言語を学習済みのモデルを，再利用するための枠組みにも取り組む．言語モデルの学習においては，品詞同士の関係などは非常によく構造化されるが，実世界の現象としてみた場合は，不自然な関係性になっている場合も多い．この問題に取り組み，未知の言語表現などに適切に対応できるフレームワーク開発に挑戦していく．