

2023 年度年次報告書

AI 活用で挑む学問の革新と創成

2022 年度採択研究代表者

濱屋 政志

オムロンサイニックス(株) リサーチアドミニストレイティブディビジョン
シニアリサーチャー

ソフトロボ・触覚・学習を活用した手応えに基づく自動組立の革新

研究成果の概要

当年度は、柔軟な身体と触覚を持つロボットが、不確実な環境下においても組立作業を遂行する運動学習手法やオフライン強化学習手法を構築し、複数件の国際会議論文が採択された。

- 1) 触覚を活用した部品組立学習: 本項は、部品の把持位置や部品の挿入位置に不確実性がある状況においても作業を遂行する手法を提案した。画像型触覚センサを使用し、部品の把持姿勢を推定し、部品が挿入位置に触れた瞬間を検知するモデルを学習した。
- 2) 対象性を利用した部品組立学習: 本項は、部品の幾何的な対象性を活用し、ロボットの部品組立作業の強化学習を効率化させる手法を提案した。ロボットの姿勢を反転、あるいは回転させても等価であることを拘束条件として強化学習を行う。実験の結果、3 時間程度の実環境学習で、ロボットは様々な部品の挿入を実現できた。
- 3) 画像型触覚センサのトルク推定: 本項は、近年急速に普及している画像型触覚センサのトルク推定手法を提案した。画像型触覚センサは、接触面に埋め込まれた複数のマーカーが移動することで、トルクを推定することができるが、ある方向でのトルク推定精度が高くないことが問題であった。そこで、トルク発生時におけるマーカーの分布が、電磁気学における双極子モーメントに類似していることに着想を得て、より高精度なトルク推定手法を提案した。
- 4) 準最適的なデータからのオフライン強化学習: 本項は、オフライン強化学習において、準最適的な教示データから、作業を遂行する学習手法を提案した。近年、環境との相互作用なしにエージェントを学習させるオフライン強化学習が注目されているが、必ずしも最適なデータが得られないことが問題とされている。そこで、可変長の入力を与えることで、準最適なデータを適切につなぎ合わせて、最適に近い動作を行う方法を提案した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Royo-Miquel J. Hamaya M. Beltran-Hernandez C. Tanaka K. Learning Robotic Assembly by Leveraging Physical Softness and Tactile Sensing, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 6469-6476, (2023)
- 2) Nguyen H. Kozuno T. Beltran-Hernandez C. Hamaya M. Symmetry-aware Reinforcement Learning for Robotic Assembly under Partial Observability with a Soft Wrist, *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, accepted, (2024)
- 3) Fuchioka Y. Hamaya M. An Electromagnetism-Inspired Method for Estimating In-Grasp Torque from Visuotactile Sensors, *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, accepted, (2024)
- 4) Wu Y. Wang X. Hamaya M. Elastic decision transformer, *Advances in Neural Information Processing Systems* 36, (2023)