

2023 年度年次報告書
信頼される AI の基盤技術
2022 年度採択研究代表者

村田 真悟

慶應義塾大学 理工学部
専任講師

脳の計算原理とプレイデータに基づく実世界ロボット学習

研究成果の概要

2023年度は、二種類の異なる環境における実ロボットのプレイデータの学習実験の実施とプレイデータの拡張フレームワークの構築を行なった。遠隔操作者の興味や好奇心に基づいたロボットのプレイデータの学習は、物体操作や環境の暗黙的な知識を豊富に含むことから、従来のタスクごとに収集されたデータの学習に比べて、高いタスク成功率や頑健性を有することが示されている。その一方で、評価に用いられているタスクはシミュレーション環境における単純な剛体操作であるという問題やデータ収集に時間がかかるという問題がある。

前者の問題点に対して本研究では、柔軟物体操作や人との協調に関する実ロボットのプレイデータを新たに収集し、その学習の有用性を検証した。具体的には、柔軟物体操作においては、ロボットは片側を固定されたロープの形状を含んだ画像を目標として受け取り、現在の状態からその状態に到達するまでの行動計画を推論し、行動生成を実現した。また、人-ロボット協調においては、環境の現在の状態から到達可能な目標を自律的に推論しながら行動生成しつつ、人の行動目標も動的に推定し、ロボット自身と人の目標の間に齟齬がある際にはそのすり合わせを実現した。

後者の問題点に対して本研究では、世界モデルを利用したプレイデータの拡張法を提案した。具体的には、収集したプレイデータを用いて世界モデルと確率の方策モデルを学習し、学習後に世界モデル内で確率の方策モデルに基づき外界のダイナミクスを予測生成するフレームワークを構築した。提案フレームワークによって、収集したプレイデータには存在しないサブタスクの組み合わせを含んだ新たなプレイデータを生成し、データ拡張が可能であることを確認した。以上の結果から、拡張されたプレイデータをさらに追加的に学習することで、より汎化性能が高い行動生成が実現可能であると期待される。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Keigo Ishii, Shun Hiramatsu, Yuta Nomura, and Shingo Murata, “Goal-Conditioned Flexible Object Manipulation by Self-Supervised Learning from Play,” In *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL 2023)*, pp. 150–155, November 2023.
- 2) Kentaro Fujii and Shingo Murata, “Hierarchical Latent Dynamics Model with Multiple Timescales for Learning Long-Horizon Tasks,” In *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL 2023)*, pp. 479–485, November 2023
- 3) Yuta Nomura and Shingo Murata, “Real-World Robot Control and Data Augmentation by World-Model Learning from Play,” In *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL 2023)*, pp. 133–138, November 2023
- 4) Shun Hiramatsu and Shingo Murata, “Deep Predictive Network for Inference and Dynamic Optimization of Task Goals during Human–Robot Collaboration,” In *Proceedings of the 2023 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2023)*, 6 pages, June 2023.