

信頼される AI の基盤技術
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

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

2022年度は、自由エネルギー原理を具現化するために必要な世界モデルの構成要素である再帰型状態空間モデル (recurrent state-space model: RSSM) の拡張に取り組んだ。RSSM は観測の潜在状態として、決定論的状态と確率論的状态の両者を仮定することで、不確実性を有する観測時系列の学習が可能であることが示されている。一方で、その表現能力には限界があり、特に長期記憶を要するようなタスクの学習が困難であることが知られている。

本研究では、代表者がこれまでに構築してきた多時間スケール recurrent neural network (multiple timescale RNN: MTRNN) を拡張した、多時間スケール RSSM (MTRSSM) を構築した。MTRSSM は、時定数の異なる決定論的状态を有する RSSM を階層的に連結することで構成され、その神経活動に時空間的拘束が存在する。それによって、タスクやゴールといった高次の抽象的概念を遅いダイナミクスを有する上位の RSSM 層に、サブゴールや行動単位といった低次の具体的概念を速いダイナミクスを有する下位の RSSM 層に、ラベル付けされていない連続的な時系列データのみからそれぞれ自己組織的に獲得可能であることが期待される。

評価実験として、双腕ロボットがキッチンを模した環境で調理器具を順番に操作するような感覚運動情報に関する長期時系列データの学習を行なった。本データは、ある特定の状況では分岐可能であるような不確実性と、同一の視覚的状況であったとしても過去の行動入力や状況に依存して将来が決まるような文脈依存性を有する。提案モデルと複数の従来モデルを用いて学習を行なった結果、定性的にも定量的 (SSIM, PSNR, LPIPS) にも提案モデルが最も優れていることが確認された。