

## 2023年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A)計算資源利用型

2. 研究課題名 深層ニューロエボリューションの構成法に関する研究

3. 研究期間 2023 年 6 月 8 日 ～ 2024 年 3 月 31 日

4. 研究代表者

| 氏 名   | 所属機関・部局名          | 職 名 | 備 考 |
|-------|-------------------|-----|-----|
| 大倉 和博 | 広島大学大学院先進理工系科学研究科 | 教授  |     |

5. 研究分担者

| 氏 名   | 所属機関・部局名          | 職 名 | 備 考 |
|-------|-------------------|-----|-----|
| 森本 大智 | 広島大学大学院先進理工系科学研究科 | 院生  |     |
| 小村 真央 | 広島大学大学院先進理工系科学研究科 | 院生  |     |
| 平賀 元彰 | 京都工芸繊維大学機械工学系     | 助教  |     |
| 棟朝 雅晴 | 北海道大学情報基盤センター     | 教授  |     |

6. 共同研究の成果

本研究の目的は、深層ニューロエボリューションについて新たな手法を検討するとともに、応用可能な問題領域について探究することであった。この目的の達成のため、(a)MBEANN に基づく深層ニューロエボリューションと (b)ロボティックスワームの群れ行動生成への適用 の二つの計画を立案した。以下にそれぞれの進捗と成果を述べる。

(a)については、MBEANN の拡張に関する試みを行った。MBEANN は、突然変異操作を用いて Artificial Neural Network: ANN の構造進化を行う手法である。従来の MBEANN では、比較的小規模なネットワーク構造を扱っていたため、本研究ではより深い構造への進化手法の開発を目指していた。本年度においては、ANN の構造進化の一手法である Hyper-NEAT に着想を得て、Hyper-MBEANN の提案を行った。この手法では間接エンコーディングを用いることで、比較的大規模なネットワークの結合荷重値を獲得することができる。提案手法を、画像入力を用いる Atari2600 のゲームタスクに適用し、Hyper-NEAT に匹敵、ゲームの種類によっては凌駕する結果を得た。一方、画像入力を受け付けるネットワーク自体の深層化には、方法論を探っている最中であり、今後より重点を置いて取り組む所存である。

(b)については、ニューロエボリューションのアプローチをロボティックスワームの(1)協調荷押しタスク、(2)集団的認知タスクに適用した。(1)のタスクでは、ロボットが単体での搬送が難しい物体を協力して移動させることを目的とする。(a)で述べた MBEANN を用い、突然変異操作で用いる確率分布や探索範囲の自己適応手法を変えながら実験を行った。以上の内容の一部を、分担者の平賀が計測自動制御学会北陸支部講演会にて紹介した。

(スワームロボティクスにおける進化的制御器設計手法についての研究紹介、計測自動制御学会北陸支部講演会、富山大学、2023 年 11 月 27 日)

また、(2)のタスクでは、各ロボットの局所的な環境探索と情報交換により、環境の大局的な特徴を認知するための合意形成を目的とする。近年の研究において、ニューロエボリューションがロボットの意思決定戦略の獲得に有効であることが報告されており、本研究においても各ロボットが取得する情報が与える影

響等について検証を行った。結果として、ANN に与える情報量を増やすことで性能の改善が確認され、従来手法である majority rule や voter model といった意思決定戦略を凌駕する性能が得られた。加えて、ANN において、どのような意思決定戦略が進化的に獲得されたのかを明らかにした。これらの成果を学会にて発表する予定であり、さしあたっては国際会議である SWARM24 への投稿を予定している。

次年度以降も本共同研究に応募し、引き続き探求したいと考えている。