

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	NIE XIAOTONG
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・ 2 項該当		
論 文 題 目			
Optimizing Controllers of Swarm Robotic Systems with Deep Reinforcement Learning (深層強化学習によるスワームロボットのコントローラの最適化)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大倉 和博	
審査委員	教 授	菊植 亮	
審査委員	教 授	和田 信敬	
審査委員	教 授	松村 嘉之	
(富山大学)			
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、深層強化学習を用いたスワームロボットの為のコントローラの最適化に関する議論を展開している。各種の深層強化学習アルゴリズムおよび提案法を用いて、ロボティックスワームの計算機シミュレーション実験を行い、頑健性・柔軟性・拡張性の検証をしている。本論文は、以下のように構成されている。</p> <p>第 1 章では、本論文の背景、研究目的及び論文構成について述べている。</p> <p>第 2 章では、スワームロボットのコントローラを設計する手法の一つとして深層強化学習について解説している。特に、深層強化学習の概念とその応用例、更には深層強化学習を用いたカリキュラム学習、強化学習の説明可能性に関する解説をしている。</p> <p>第 3 章では、深層強化学習が直接的にエンドツーエンドの制御器を訓練するのに不十分な問題を解決するための自動カリキュラム学習手法を提案している。その効果を示すために、高い壁の飛び越えタスクを使用して、従来のカリキュラム学習、ランダム学習、そして提案手法 STACL の性能を比較している。その結果、提案手法 STACL が最も高い性能と効率を示すことを実証している。</p> <p>第 4 章では、高速道路における自律型車両群の運転タスクにおける深層強化学習の適用方法に関する議論を展開している。このタスクでは、高速道路の通行通過速度だけではなく、衝突しない・急ブレーキ・急アクセルをしないなど安全性が非常に重要になる。この章では安全運転システムの提案が行われている。このタスクで自律型車両群はスワームロボットとしてモデル化されている。シミュレーション実験により、提案手法は従来法に比較して通過速度が飛躍的に向上し、衝突率も大幅に減少することが検証されている。</p> <p>第 5 章では、解釈可能な深層強化学習手法が提案されている。ディコネットとサリエンシーマップメソッドが使用され、deep Q-network で訓練された深層強化学習の制御戦略の理解を向上させている。シミュレーション実験を通して、提案手法が制御戦略を解釈し、コントローラの耐故障性が評価できることを示している。</p>			

第6章では、本論文を総括している。各章で実証してきたこととその重要性をロボティクスワームの分野から総合的にまとめ、本論文の成果とその重要性をまとめている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。