

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	平賀 元彰
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Automatic Design of Controllers for Robotic Swarms (ロボティックスワームのための制御器の自動的設計)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大倉 和博	印
審査委員	教 授	和田 信敬	印
審査委員	教 授	茨木 創一	印
審査委員	教 授	松村 嘉之 (富山大学)	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、ロボティックスワームが群れ行動を生成するための制御器を自動的に設計する手法を取り扱ったものである。特に、進化アルゴリズムによって制御器を設計する進化ロボティクスアプローチを用いて、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っている。本論文は、以下のように構成されている。</p> <p>第1章では、本論文の背景と研究目的を述べている。</p> <p>第2章では、スワームロボティクスの研究分野で用いられる自動的設計についての解説を述べている。また、進化ロボティクスアプローチに関する解説に加え、進化計算やニューラルネットワークを進化アルゴリズムによって獲得する手法であるニューロエボリューションに関する解説を述べている。</p> <p>第3章では、ロボティックスワームに集団的認知能力を獲得させることを試みている。本章で扱っている協調採餌タスクでは、環境内に餌だけではなく毒も配置されている状況で、餌のみを巣に運ばせることを目的としている。ロボット1台だけでは餌も毒も動かすことができない上、単独では餌か毒かも識別できない設定となっている。進化ロボティクスアプローチによって設計された制御器を用いることにより、ロボティックスワームは集団的認知能力を創発し、餌のみを選択して巣に持ち帰ることに成功した。</p> <p>第4章では、経路形成タスクにおいて、混雑が発生する状況下での群れ行動生成を試みている。本章で扱っている経路形成タスクでは、環境内に配置されている二つの目的地をロボティックスワームが列を形成して往復することを目的としている。進化ロボティクスによって設計された制御器では、ロボット数が多い場合に発生する渋滞現象を緩和するため、目的地間の最短経路付近を往復するロボットと経路の外周を往復するロボットで役割分担が観測された。</p> <p>第5章では、第4章で観測された役割分担に関してより深く考察している。ロボット数</p>			

に加え、ロボットの大きさを変化させ、渋滞状況を変更した追加実験を行っている。追加実験では、渋滞状況が大きく変わり、それに伴い役割分担も適応的に変化することが観測された。また、ロボット同士の衝突判定をなくし、ロボット同士がすり抜ける設定で追加実験を行っており、ロボット同士の衝突や渋滞現象が役割分担の創発に影響することを示した。

第6章では、リカレントニューラルネットワークの一種であるエコーステートネットワークをロボットの制御器に用いた進化ロボティクスアプローチを提案している。提案手法は、従来手法と比較して、より速く人工進化が収束することを示した。また、提案手法の方がパラメータ設定に対して頑健であることを示した。

第7章では、ニューラルネットワークの結合重みと構造を同時に人工進化によって獲得する手法であるTWEANNを用いた進化ロボティクスアプローチを提案している。ネットワーク同士の交叉を用いないMBEANNと呼ばれる手法を採用しており、TWEANNで広く用いられているNEATと比較検討した。MBEANNを用いて設計された制御器は、NEATによって設計された制御器を上回る性能を示した。

第8章では、本論文で得られた研究成果と将来の研究課題をまとめている。

本論文は、ロボティクスワームの制御器の手動設計が困難なタスクに対し、進化ロボティクスアプローチによる制御器の自動的設計の有用性を示している。次に、ロボティクスワームの制御器設計のため、新しい進化ロボティクスアプローチの提案とその有効性を示している。このような観点から、本論文は、スワームロボティクスの研究分野に対して多大な貢献を成していると認められる。

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。