

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	Wei Yufei
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 Generation of Collective Behaviors for Robotic Swarms (ロボティックスワームにおける群れ行動の自動的設計)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大倉 和博	印
審査委員	教 授	山田 啓司	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	菊植 亮	印
審査委員	准教授	岩本 剛	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文（本研究）は、ロボティックスワームにおける群れ行動の自動的設計について取り扱ったものである。トリ、アリ、ハチ、シロアリなど、一個体では弱い生物がよく群れをなしていることに動機付けられ、比較的単純機能の小型自律ロボットでも群れであれば一個体の能力をはるかに超えた作業能力が構築できるのではないかと、このスワームロボティクス分野における動機に賛同することが示したのち、如何に合目的な群れ行動を自動的に設計するかに着目をして本論文を構成していることについて述べられている。</p> <p>各章は以下のように構成されている。</p> <p>第1章では、自然界におけるスワームの特徴とそれを取り込んだスワームロボティクスシステムに関する潜在的応用範囲の広さについて述べ、生物模倣に基づくロボットコントローラの実現可能性を示唆している。また、スワームロボティクスシステムに関する学術界の動向について解説したのち、本論文の取るスワームロボティクス分野へのスタンスを明確に記述している。</p> <p>第2章では、ロボティックスワームの設計法に関して関連研究を調べ上げ、Behavior-based method と Automatic method に大別できるとしてまとめ上げ、本論文では後者が理想であるとして結論づけている。</p> <p>第3章では、自律的機能分化に関する問題を取り上げている。一個体で不可能な問題を取り上げ、それを群れにより解く方法を進化計算により実現する方法を提案している。まず生物にとってはある物体が餌であると識別する能力は持っているもそれを自陣の巣まで運ぶ協調行動生成問題は大変難しいという例を取り上げ、その困難性に関する議論を深めるとともに、「機能分化」と「協調」の不可分性について議論している。また餌と毒の識別方法を創発的に行う計算法について議論を行い、その一例として進化計算が適用可能である</p>			

ことを示している。これは人工知能問題における役割分担能力の獲得に対する新しい方法論を示したと言え、その重要性と価値に関して論じている。

第4章では、一個体ではできないがスワームでは「餌」と「毒」の区別ができるかどうかとの識別能力の創発可能性に関する議論をしている。進化戦略を適用した計算機実験の結果、一個体では識別能力が全くないにも関わらずスワームになると高い精度で可能になると統計的優位性に関する議論を用いて示している。

第5章では、高度に複雑なタスクにおいて自律的機能分化が可能なのかどうかに関して、人工進化アプローチを使うと大きな困難性がなく可能であることを示している。ここでは漸進的人工進化を使うと複雑なプロセスが獲得可能であるということを示した。また、それがなぜ可能になるのか、また、頑健性・柔軟性・拡張性の観点のどれもから創発的知能の能力の可能性の巨大さを示した。

第6章では、ロボティクススワームにとって深層強化学習パラダイムの適応可能性に関する議論を行なっている。深層学習はもともとそれ自身が静的環境にのみ適応可能であるという枠組みを持っているにも関わらず、スワームという動的環境にも適応可能であることを実用的に示したという意義は非常に大きい。また、獲得できた群れ行動の多様性にも、これからの産業応用可能性に大きな可能性を示唆しているものと判断できる。

第7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スワーム学術分野から総まとめし、本論文の重要性と位置を明確化している。

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。