

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	門田 真樹
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>ロボティックスワームの進化的群れ行動生成とその解析 (Evolutionary collective behavior generation and its analyses for robotic swarms)</p>			
論文審査担当者			
主 査	教 授	大倉 和博	印
審査委員	教 授	佐伯 正美	印
審査委員	教 授	茨木 創一	印
審査委員	信州大学准教授	松村 嘉之	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文（本研究）は、生物の群れに着想を得たロボティックスワームについて、集団的振舞いを創発する過程の可視化および、それらを時空間的な計測・解析する新たな手法を提案し、その有用性を検証したものである。本研究は、これらを実現するための方策として、進化的探索アルゴリズム、GPU computing で用いる並列計算アルゴリズム、計算幾何学と行動生態学の知見に基づく群れ行動の計測アルゴリズムおよび群れ構造の解析アルゴリズム、そして実機ロボットによる実証を扱う。</p> <p>本論文は、以下のように構成されている。</p> <p>第1章では、研究の背景として、自然界における動物の群れ、ロボティックスワーム、進化計算、GPU computing について述べ、動物行動学分野における知見がロボティクス分野における研究をより深化させる可能性に言及している。</p> <p>第2章では、進化計算手法として Differential Evolution (DE) を扱い、DE が本来抱えているパラメータ脆弱性を打ち消すために、それまでの計算履歴の利用方法を拡張することでより頑健な探索を可能とする新しい計算手法 RSHADE を提案している。そして、RSHADE の最適化性能の優位性を、CEC2013 のベンチマーク問題セットを用いて従来手法と精密に比較し、提案手法は問題サイズが特に大規模になるに従い、従来手法に比して優位な結果を示すことを確認している。</p> <p>第3章では、GPU computing を活用してエージェントベースドシミュレーションを実装し、これに定常的に動作するよう拡張された DE を実装することで、Predator-prey モデルに群れ行動を創発させること、およびその群れ行動の創発過程をリアルタイムに可視</p>			

化することに成功している。

第 4 章では、前章で得られた群れ行動を分析するための手法として、Hamilton の Domain Of Danger (DOD) およびこれを発展させた Limited Domain Of Danger (LDOD) に着目し、GPU computing を用いてその離散近似を高速に算出する手法を構築している。これまでに大規模な LDOD 問題を実用的な時間に求めるアルゴリズムが提案されていなかった背景を踏まえ、GPU computing を活用する並列計算アルゴリズムを開発することで、大規模な DOD および LDOD の離散近似を実用的な時間で計算することに可能にしている。また、DOD および LDOD の面積の分布から群れの特徴を解析することに成功している。更に、この手法を実機ロボティクスワームへと適用し、群れ行動の解析を行いその有用性と有効性を検証した。加えて、LDOD における隣接関係のネットワーク構造を抽出するアルゴリズムを開発し、群れ行動の時間的構成変化や群れ個数の把握、群れの離散・融合の可視化に成功している。

第 5 章では、本論文において得られた研究成果をまとめている。

結論として、本研究は GPU computing を活用し、群れ行動を進化的に生成する手法とその解析方法を提案し、これを計算機上のマルチエージェントシミュレーションおよび実機ロボティクスワームに対して実装することでその有用性を実証している。

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。