

審査の結果の要旨

氏名 坂本 琢馬

本論文は「Study on Intelligence of Heterogeneous Robotic Team for Exploration Tasks (探査タスクにおける異種群ロボットの知能化に関する研究)」と題し、探査タスクとして経路計画問題に着目し、複数異種群ロボットの知能化をめざしたものである。その実現のために、異種機能を有する複数の探査ロボットを研究対象とし、チームオリエンテーリング問題を一般化したフレームワークを新規に定義し、その解法手法と実タスクへの応用について研究したものであり、5章からなる。

第1章「Introduction」(序論)では、本研究の背景、目的、研究のアプローチ方法、研究の新規性と貢献についてまとめている。

第2章「Related Concepts and Existing Works」(関連する概念と従来研究)では、本研究に関連するチームオリエンテーリング問題と自律分散協調問題に関する概念について言及し、また、従来の研究について紹介し、その問題点と限界を述べている。

第3章「The Proposed Framework for a Heterogeneous Team of Robots」(異種群ロボットのためのフレームワークの提案)では、複数の異種群ロボットによる探査タスク解決問題に対し、チームオリエンテーリング問題を拡張し、一般化チームオリエンテーリング問題 (Generalized Team Orienteering Problem: GTOP) として新規に定義した。一般化チームオリエンテーリング問題において、ロボット数およびタスク数が増加した場合でも、準最適解が得られることが重要となる。そこで、自己組織化マッピング法に着目し、さらに新しいメカニズムを追加することにより、一般化チームオリエンテーリング問題の準最適解を効率よく求める手法を新規に構築した。提案手法の特性および有効性を検証するために、自己組織化マッピングアルゴリズムで重要となるパラメータとして、ニューロンの数、適応率、減少定数の3つに着目した。パラメータの感度解析として、ウエルチのt検定を用いて評価を行い、提案手法の有効性を示している。さらに、チームオリエンテーリング問題に対して提案されている従来解法を、一般化チームオリエンテーリング問題に適用し、従来手法と提案手法の

比較検討を行っている。その性能評価結果より、提案手法の利点および有効性を示している。

第4章「Heterogeneous Team of Robots in Exploration Tasks」（異種群ロボットの探査タスクへの応用）では、第3章で提案した手法に対して、宇宙探査ミッションに適用し、その性能評価を行っている。宇宙探査ミッションとして、現在注目されている月・火星の縦穴探査を取り上げ、想定するミッションの概要、探査ロボットの役割、複数異種ロボットの探査タスクの詳細について述べている。探査ロボットとして従来の車輪型移動機構以外にホッピングロボットを取り上げ、ホッピング機構の提案と実験による検証結果に基づき、その実現性を示している。車輪型ロボット、小型移動ロボット、ホッピングロボットの3種類のロボットを用いた縦穴探査ミッションを設定し、異種群ロボットの構成と個数により、探査の効率がどのように変わるかをシミュレーションによって示している。その結果、複数の異種ロボット群による探査が効率的であることを示している。また、提案解法手法と Greedy 手法との比較を行い、提案手法の有用性を示している。

そして、第5章「Conclusion」（結論）では、本論文の総括と今後の課題を具体的に記述している。

以上要するに、本論文は、複数ロボットの知能化の実現をめざして、複数の異種群ロボットの経路計画問題を対象とし、チームオリエンテーリング問題を一般化したフレームワークを新規に定義するとともに、自己組織化マッピングに基づく新しい準最適化解法の提案を行い、感度解析および縦穴探査ミッション応用での性能評価により提案手法の有効性を示し、複数異種群ロボットの行動タスクの実現と将来の宇宙探査ミッションへの応用可能性を示したもので、電気工学、ロボット工学、宇宙工学への貢献が少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。