

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	竹村 玲哉
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学 准教授	博士（工学） 石上 玄也
	副査	慶應義塾大学 教授	博士（工学） 三木 則尚
		慶應義塾大学 専任講師	博士（工学） 村田 真悟
		慶應義塾大学 教授	博士（工学） 高橋 正樹
学士(工学), 修士(工学) 竹村玲哉君提出の学位請求論文は「Comprehensive Framework for RRT-based Motion Planning of Autonomous Robotic Systems in Extreme Environments」（極限環境における自律移動ロボットシステムのRRTに基づく動作計画のための包括的なフレームワークの構築）と題し、6章から構成されている。 惑星や災害現場などの過酷な極限環境下では、無人地上車両 (Unmanned Ground Vehicle, UGV) や無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) などのいわゆる無人ロボットを用いた科学探査や被災状況確認などが広く行われている。ロボット運用における通信遅延・断絶などの課題を補償する自律移動システムは、環境認識や自己位置推定、動作計画、移動制御から構成されており、特に極限環境における固有の問題、例えばUGVの走行不能状態や、UAVの位置推定精度の劣化といった問題を適切に取り扱う自律移動システムの実現が求められている。 そこで本研究では、極限環境における自律移動ロボットの信頼性向上を目指し、ロボットの動作計画に対するアルゴリズムの拡張とその有用性検証を可能とする包括的なフレームワークを提案している。本フレームワークは、まず、ロボットの形態や環境条件を考慮し、ロボットの知覚から得られる環境情報に基づいた予測モデルを各問題に応じて作成する。さらに、同モデルに応じて動作計画アルゴリズムの一種であるRapidly-exploring Random Trees (RRT) を拡張させ、数値解析によってこの動作計画の有用性を検証するものである。本論文では4つの異なるシナリオに対して本フレームワークに準じて動作計画の実装を行い、その有用性を確認している。 第1章では、本研究の背景と関連研究ならびに目的を述べ、提案するフレームワークの全体構成と問題解決アプローチについて述べている。 第2章では、軟弱土壌かつ不整地を走行するUGVを対象とし、走破性予測モデルと地形情報に基づいた計算効率指標を導入してRRTを拡張し、数値シミュレーションにより動作計画の有用性を示している。 第3章では、UGVの車両横転や車輪の高スリップ状態という走行リスク低減を目的に、第2章でのアプローチに対して不確実性指標を導入した軌道計画アルゴリズムを構築し、本フレームワークに則って同アルゴリズムを検証している。 第4章では、未知環境におけるUAVの位置推定精度を維持することを目的として、視覚センサによる知覚情報の質を定量的に考慮するようRRTを拡張し、高忠実度なシミュレータを用いて動作計画の有用性を検証している。 第5章では、UAVの位置推定精度とエネルギー効率のトレードオフを解くことを目的に、本フレームワークへ知覚情報ならびにエネルギー消費予測モデルを導入し、RRTを拡張するとともに、数値解析によりその有用性を検証している。 第6章では、本研究の成果を総括し、今後の課題と展望について言及している。 以上要するに、本論文は自律移動ロボットシステムに関する動作計画およびその包括的なフレームワークを提案するものであり、ロボット工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（マルチディシプリナリ・デザイン科学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		