

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	遠藤 正文
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） 青木 義満
		慶應義塾大学 教授	博士（工学） 高橋 正樹
		慶應義塾大学 教授	博士（情報学） 杉浦 孔明
		NASA/JPL Group Supervisor	Ph.D. 小野 雅裕
学士（工学）、修士（工学）、Master of Science 遠藤正文君提出の学位請求論文は、「Embracing Uncertainty: Resilient Robotic Autonomy for Rough Terrain Exploration」（不確実性を乗り越える不整地探索のための自律移動知能）と題し、7章から構成されている。 移動ロボットを用いた不整地探索において、ロボットは環境に潜在する危険を特定し、適切な意思決定を行うための頑健な環境認識技術を有する必要がある。一方、ロボットの環境認識には不確実性が常に存在するため、これが誤った意思決定を招き、ミッションの失敗をもたらしてしまう恐れがある。また、リスクを過剰に評価した保守的なロボット運用は、ロボットの自律性を阻害し、ミッションの遅延を引き起こす問題がある。よって、迅速かつ広範な探索を実現するためには、不確実性を考慮し、活用する自律知能の構築が重要である。 そこで本論文では、移動ロボットの安全性と不整地での効率的な探索活動を両立するための自律移動技術の構築を目的としている。特に、障害物認識における環境理解ならびに経路・動作計画の実行に伴う状態遷移における不確実性の定量的考慮と自律移動における意思決定への不確実性の活用を通じて、リスクに対して頑健かつ適応的に自律移動可能なアルゴリズムを提案している。 第1章では、不整地探索を行う移動ロボットの自律技術に焦点を当て、本研究の背景と目的、ならびに本論文において扱う環境理解と状態遷移における不確実性の概念を導入している。 第2章では、決定論的な学習モデルを用いた走行可能性予測に注目し、不確実性の反映を目的とした地形分類器とスリップ回帰モデルの融合手法を提案するとともに、実機実験で取得したデータを用いてその有効性を検証している。 第3章では、学習モデルの不確実性の最小化を目的として、確率制約下における能動学習アルゴリズムを提案し、数値解析により同手法の環境適応性を検証している。 第4章では、学習モデルの誤りに頑健な走行可能性の予測を目的として、学習モデルの出力の確率的融合と経路計画への活用手法を提案し、既存手法に比べてより安全な経路計画が実現できることを示している。 第5章では、不確実性の活用とモデル適応を融合し、不確実性に包括的に対処するナビゲーション手法を提案している。特に、走行可能性の予測誤りを引き起こす原因を模擬したデータセットに対して数値解析を行い、提案手法の有効性を検証している。 第6章では、事前情報が無い未知環境における安全な自律移動の実現を目的として、周期的な自己位置推定と連続的な動作計画を扱うタスク・動作計画手法を提案し、頑健かつ適応的なロボットの意思決定を実現している。 第7章では、本研究の主要な結果と貢献について総括し、今後の展望について言及している。 以上要するに、本論文は不整地探索において生じる不確実性を包括的に考慮し活用する自律移動知能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。		