

氏 名 (本籍)	山田 大地 ( 徳島県 )			
学 位 の 種 類	博 士 ( 工 学 )			
学 位 記 番 号	博 甲 第 6867 号			
学 位 授 与 年 月 日	平成26年 3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	人の生活環境における自律ナビゲーションを目的とした 移動ロボットの自己位置推定			
主 査	筑波大学 教授	博士(工学)	大矢 晃久	
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	安永 守利	
副 査	筑波大学 教授	工学博士	坪内 孝司	
副 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	滝沢 穂高	
副 査	芝浦工業大学 特任教授	工学博士	油田信一	

## 論 文 の 要 旨

本論文は、人の身近で支援するロボットが人の生活環境において自律ナビゲーションを実現することを目指し、その要素技術である自己位置推定について述べたものである。

本研究では、人の生活環境におけるロバストな自己位置推定の提案を目的としている。この目的の実現に向けて、まず第一に人の生活環境における自己位置推定の課題を考察している。自己位置の推定誤差が増大すると自己位置推定ができない状況に陥る。このため、自己位置推定を構成する要素であるデッドレコニング、地図上の絶対位置推定について、それぞれ生活環境において誤差が増大する要因について検討している。そして、地図上の絶対位置推定の誤りと、ランドマークの不足により地図上の絶対位置推定が不可能な状況を、人の生活環境における自己位置推定の問題として挙げ、これらを解決する方法を提案している。本研究では、その具体的な方法として「高所特徴のスキャンマッチングによる自己位置推定」、「有意特徴の重みを用いたスキャンデータの一致度の評価による自己位置推定」、「オドメトリの系統誤差の軽減」を提案し、それぞれの有用性を検証している。「高所特徴のスキャンマッチングによる自己位置推定」では地図上の絶対位置推定の誤りに対して、その原因である不安定な計測が少ない高所の特徴を用いることで解決を図っている。同時にランドマークの不足により絶対位置推定ができない状況に対してはレーザスキャナの計測全体をランドマークとして絶対位置を推定することで対処している。しかし、高所に物体のない環境では適用できない課題があった。これに対して、「有意特徴の重みを用いたスキャンデータの一致度の評価による自己位置推定」では計測方法に依存しない方法として、安定して計測されるデータが高く評価される仕組みを導入して不安定な計測にロバストな絶対位置推定を提案している。「オドメトリの系統誤差の軽減」では、目標とする走行経路をあらかじめ準備走行させたときに得られたデータから、その経路上で発生するオドメトリの誤差を求めて保存しておき、自律走行時にはその誤差を差し引くことでオドメトリの推定精度を向上し、ランドマークが不足している区間でも長く走行することを可能にしている。

本論文は、全6章からなる。第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。第2章では、人の生活環境における自己位置推定の課題について述べ、これを解決する方法を提案している。第3章では、地図上の絶対位置推定の誤りの主な原因である不安定な計測が少なくなるようにレーザスキャナで高所を計測する方法と、これによる自己位置推定を提案しており、実際の生活環境における自律ナビゲーションの実験について述べている。第4章では、計測方法に依存しない方法として、不安定な計測に対してロバストに自己位置を推定する手法を提案し、実際の生活環境における自律ナビゲーションの実験について述べている。第5章では、自己位置推定のベースとなるデッドレコニングについて、車輪型移動ロボットのデッドレコニングであるオドメトリの系統誤差を軽減する方法を提案し、実験により多様な環境において誤差が軽減することを確認している。第6章は結論であり、本研究の成果と課題を述べている。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

人の生活環境で移動ロボットの自律ナビゲーションを実現するには、ロバストな自己位置推定が重要である。著者は、人の生活環境における自己位置推定の課題を考察し、解決する方法を提案している。また、実際に提案手法を用いた自律ナビゲーションにより、市街地歩道環境において移動ロボットを1 km以上の距離に渡ってロバストに走行させることに成功しており、これらは著者の高い研究能力を示している。本論文の成果は、知能ロボットの研究分野で学術上意義があるとともに、実際のシステム構築の面でも今後のシステム開発の礎となることが期待でき、将来のロボット工学の発展に寄与するものと考えられる。

### 【最終試験の結果】

平成26年1月23日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。