

## 論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 赤井 直紀

本論文は、人が行き交うような動的に環境が変化する状況において、ロボットなどの移動体が与えられた目的地への自律的移動を実現する方法について論じたものである。一般に、自律ナビゲーションを実現するためには、環境地図を予め作成し、その地図上で自分の位置を認識する「自己位置推定」が必要である。しかしながら従来の方法では、人や不足の対象物の移動など、環境構造が変化したときに、自己位置推定に失敗することがある。そこで本論文では、これまでにノイズとして扱われて環境磁場の変化を利用した自己位置推定法に着目し、環境磁場の解析や、従来法との統合による高精度化、さらに環境磁場地図の構築方法など、新たな試みを実施し、論文としてまとめている。

磁気センサは、自己位置推定に広く利用されているレーザ測域センサやカメラ映像と比較して、得られる情報量がきわめて少ない。このため、磁気センサを用いた自己位置推定法には様々な課題が存在する。その一方で、磁気センサによる計測は周囲の環境変化を受けにくいいため、移動体の存在など周囲の環境変化に影響を受けない自己位置推定法の実現に期待が持てる。本研究では、磁気センサの欠点を克服しながらも、動的環境変化にロバストな自己位置推定を実現する方法を提案し、かつ実環境での自律ナビゲーションの実地検証においてその有用性を証明した。

本論文は7章で構成されている。第1章では、研究背景および従来の位置推定法における問題点がまとめている。第2章では、磁場の性質を実験的に調査することで、自己位置推定等への応用法を明らかにしている。第3章では、先行研究である磁気ナビゲーション法について解説し、その手法の課題を明確にしている。第4章では、磁気ナビゲーション法を拡張させ、パラメータ調整を行うことなく正確な経路追従を実現する方法を提案している。第5章では、磁場と幾何情報を併用した位置推定法を提案し、ロボットへの実装および実験によって提案の有用性を立証している。第6章では、広域空間の磁場を高速に地図化する方法を提案し、磁場計測ロボットの製作、および実環境での高速な磁場地図構築方法の有効性を示した。第7章は本論文のまとめと展望である。

本論文の主な成果は以下の通りである。

(1) ロボットが移動する経路の磁場のみを地図化し、これに基づきながら自己位置推定を行い、正確な実環境自律ナビゲーションを実現した。

(2) 上記磁場地図に基づく自己位置推定法と従来法である幾何的情報に基づく位置推定法とを統合する方法を提案し、従来困難と言われていた人が多く存在する環境での自律ナビゲーションを実現した。

(3) 2次元および3次元空間での磁場空間を高速に地図化する方法を開発し、この磁場地図に

基づいた高精度な自己位置推定法を実現した。

以上の研究成果は、従来には報告されていない新規な成果であり、しかも実地による検証でその有用性を立証してみせた。

本論文については、2016年2月3日（水）宇都宮大学工学部10号館アカデミアホールにおいて、審査員全員およびこの分野に関連する研究者の出席のもとに公聴会が開催され、その研究内容の発表と質疑応答が行われた。公聴会の後、審査員全員による学位審査委員会が開催され、本論文の内容を詳細に検討した。その結果本研究は、環境磁場を用いた独創的かつ有用な自律移動法をまとめた研究であると認めた。また、本論文は工学的に価値のあるもので、研究内容の学術レベル、独創性、実用性においても優れたものであると判断した。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。