

氏 名 原 圭 吾

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博甲第3749号

学位授与の日付 平成20年 9月30日

学位授与の要件 自然科学研究科産業創成工学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 レーザスポットの追尾による移動ロボットのナビゲーションに関する研究

論文審査委員 教授 五福 明夫 教授 村田 厚生 教授 鈴森 康一

学位論文内容の要旨

移動ロボットのナビゲーションは、ジャイロなどの内界センサや視覚認識装置などの外界センサを用いて自己位置を決定し目標経路を走行する「自律走行式」、磁気等の誘導路や、電波や光を用いて誘導の基準を与える「地上援助式」、移動ロボットにレーザレンジファインダを取り付け、環境内の地図を構築し、ナビゲーションする方法などがある。これらに共通するのは環境や基準標識から、何らかの方法によって移動ロボットの自己位置を計算することである。そのため環境に変化があったり、移動経路が変わったりする場合には、再計算が必要となる。また移動ロボットの動作環境が広大な室内のような場合、移動ロボットは自己位置情報を取得することは困難となる。

そこで、本論文では、自己位置情報が取得しにくい屋内環境においても一つのレーザ光源を設置するだけで移動ロボットのフレキシブルなナビゲーションを実現できるレーザナビゲーションシステムを提案している。

次に、提案手法を実現するためのシステム構成として、移動ロボット、光センサアレイ、レーザロボットについて述べている。移動ロボットは、機構的な制約をできるだけ排除した全方向型移動ロボットの構成について述べている。光センサアレイは、フォトランジスタをマトリックス状に配置して構成し、検出領域の大型化、制御回路の単純化が実現されたことを示している。レーザロボットは2つのステッピングモータから構成され、GUI画面を有する経路指示ソフトウェアを用いて制御されることを示している。また基準となるナビゲーション経路を、レーザを用いて床面へ走査する方法について述べている。この方法を用いてレーザによるナビゲーション経路の走査精度を、理論計算と実験によって示し、各々の結果について述べている。

そして、移動ロボットがレーザスポットを追尾するための制御方法について述べ、提案した制御手法を用いて、移動ロボットのナビゲーション実験を行い、移動ロボットのナビゲーション速度と動作軌跡精度の結果について述べている。ここでは、ナビゲーション精度の向上と、移動ロボットの動作範囲の拡大が課題として挙げられた。

まずナビゲーション精度向上について、移動ロボットがナビゲーションに伴い姿勢の誤差が累積することを問題として取り上げ、その姿勢の累積誤差を補正するための方法について説明し、新たな制御手法を提案している。ナビゲーション実験の結果、移動ロボットのナビゲーション精度は、レーザの走査速度によらず、レーザの走査軌跡に対し、垂直・水平方向ともに±10mm以内の誤差が実現できたことを示し、本提案の手法の有効性について示している。

次に移動ロボットの動作範囲の拡大を実現するために、光センサアレイの受光面とレーザ光軸が常に垂直になるよう制御することを提案している。この提案を実現するために、光センサアレイはパンチルト機構の雲台上へ搭載することとした。実験の結果、移動ロボットの動作範囲拡大が達成されたことを示し、提案手法の有効性について示している。

論文審査結果の要旨

本論文では、移動ロボットのナビゲーション手法として、レーザスポットの追尾による手法を提案している。このために、レーザスポットの照射用のレーザロボットと、レーザスポットを受光するセンサアレイを装備したメカナムホイールを駆動輪とする移動ロボットを開発している。そして、センサアレイでのレーザスポットの受光に基づいた移動制御手法を検討し、ナビゲーション実験により、最大速度が600mm/s、動作精度が±10mmを実現している。さらに、ナビゲーション範囲の拡大のためのセンサアレイのパン・チルト機構についても検討し、その有効性を実験的に検証している。このように、本学位論文は新規なアイデアに基づく実用的な研究であると評価される。

また、国際的な語学力に関しては、英語の学術誌での論文発表（1件、印刷中）と、国際研究集会での研究発表（2件、うち1件は8/22予定）があることから、十分な能力を有していると評価される。

以上のことから、本論文は博士の学位に値すると判定する。