

論文内容の要旨

博士論文題目 移動体自己位置推定のための初期状態オブザーバの開発
：理論および二輪車両型ロボットの車庫入れ制御への適用

氏名 樋口 宗明

(論文内容の要旨)

近年、コストの低減や乗務員の安全面などの観点から、移動体の自動制御に関する研究が多く研究者によって行われている。移動体の自動制御を行うには移動体の自己位置推定が非常に重要な技術となる。本研究では、実用性を考慮した自己位置推定手法を確立することを目的とする。

本研究ではまず、従来の自己位置推定手法に関する調査を行い（第2章）、デッドレコニングの一手法である拡張オドメトリと一般的なスターレコニングを組み合わせたセンサフュージョン手法を開発するために、拡張 Kalman フィルタによるセンサフュージョン手法の性質に関して調査を行った（第3章）。しかし、拡張 Kalman フィルタを用いたセンサフュージョン手法は誤差モデルを決定するために実験を繰り返し試行錯誤的にパラメータを決定しなければならないため実装に手間がかかり、横滑りのようなモデル化できない誤差に対して著しく精度が悪化する問題がある。

このような問題に対し、本研究では拡張 Kalman フィルタとは推定原理が異なる初期状態オブザーバを用いた自己位置推定法を開発した（第4章）。提案手法では移動体の現在位置を取得するための座標系“大域座標系”と移動体の初期状態により決まる“局所座標系”を定義し、初期状態オブザーバと名付けた局所座標系と大域座標系の位置関係を推定するオブザーバを用いてセンサフュージョンを行う。提案手法はデジタルローパスフィルタの一種となるため、本手法の設計は既存のデジタルフィルタ設計法を用いることが可能である。このため、提案手法は拡張 Kalman フィルタに比べて実装が容易である。さらに、本手法は拡張 Kalman フィルタに比べて推定原理が簡単であるため、計算量の面において優れている。

第5章では、コンピュータシミュレーションにより、提案手法の有効性を検証し、拡張 Kalman フィルタとの性能比較を行った。検証の結果、両手法の間には推定精度の差がなく、計算量の面において提案手法のほうが優れていることを検証した。

最後に第6章において、実機を用いた二輪車両型ロボットの車庫入れ制御問題を用いて提案手法と拡張 Kalman フィルタとの性能比較を行った。実験の結果、実機実験においてもシミュレーションと同様、推定精度に関して違いがないことが検証できた。さらに拡張 Kalman フィルタよりも周囲環境に対してロバスト性が高い実験結果が得られた。

氏名	樋口 宗明
----	-------

(論文審査結果の要旨)

移動体について各種の自動制御を行うには、移動体の自己位置を精度よく推定できることが基本となる。本研究では、実用性を考慮した自己位置推定手法として、拡張オドメトリと一般的なスターレコニングを組み合わせた、自己位置推定のための新しいセンサフュージョン手法を提案している。これまで拡張 Kalman フィルタを用いたセンサフュージョン手法が知られているが、誤差モデルを同定するために実験を繰り返し、試行錯誤的にフィルタパラメータを決定しなければならない点や、横滑りのようなモデル化できない誤差に対して著しく精度が悪化する欠点がある。

これに対して本研究では、オブザーバを用いて移動体の初期状態を推定する新しい自己位置推定法を提案している。本手法では、移動体の現在位置を取得するための“大域座標系”と移動体の初期状態により決まる“局所座標系”を定義し、初期状態オブザーバと名づけた局所座標系と大域座標系の位置関係を修正するオブザーバを用いて、移動体の初期状態を推定している。提案手法はデジタルローパスフィルタの一種となるため、このオブザーバの設計は既存のデジタルフィルタ設計法を用いることができ、実装が容易である。また、推定原理が簡単であるため、拡張 Kalman フィルタに比べて位置推定のために必要な計算量が少ない点が優れている。

提案手法と拡張 Kalman フィルタとの性能比較をコンピュータシミュレーションにより行った結果、横滑りがないとき両手法の間には推定精度の差がないこと、計算量の面において提案手法のほうが優れていることを検証している。また、二輪車両型ロボットの車庫入れ制御の中で自己位置推定法として提案手法と拡張 Kalman フィルタを用いた実機実験を行ってその性能を比較した結果、実機実験においてもコンピュータシミュレーションと同様、推定精度に関して両手法に差がないこと、提案手法の方が周囲環境に対してロバスト性が高い結果を得ている。

以上のように、本論文は、新しい自己位置推定方法を提案し、コンピュータシミュレーションおよび二輪車両型ロボットを用いた制御実験を用いて、手法の有効性を検証したものとして、システム制御の分野において、学術上、実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。