

High-gain observer-based motion control and stability analysis of a towed underwater vehicle

学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2017
学位授与番号	12614博甲第488号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001588/

〔課程博士〕 (博士論文審査及び最終試験の結果要旨)

学生氏名：箕輪 遊馬

博士論文題目：High-gain observer-based motion control and stability analysis of a towed underwater vehicle

(ハイゲインオブザーバを用いた水中曳航体の運動制御と安定性解析)

博士論文審査：学生から提出された博士論文について、公開発表会が 2 月 9 日に行われ、審査委員と学生の間で質疑応答が繰り返しなされ、博士論文としての質を十分に確保しているとの結論に至った。

本研究は、可動翼を有する水中曳航体の深度および姿勢制御のための制御手法として、非線形オブザーバの一種であるハイゲインオブザーバを応用した手法を提案し、構築した制御システムの詳細な安定性解析を行っている。

水中曳航体は、曳航索の動力学特性、および流体力の影響から、非線形特性の強いシステムである。しかしながら、既往の研究では、この非線形性を十分に考慮した制御システムの提案がなされていない。よって、学生はハイゲインオブザーバを応用して非線形特性を十分に考慮した出力フィードバック制御システムを提案している。

設計した制御システムの平衡点について、特異摂動法を用いた安定性解析を行い、漸近安定性を示すとともに、安定性領域の推定を行っている。さらに、安定性領域の推定のために、その保守性を大いに軽減できる状態空間のスケーリング法を提案し、数値例でその有用性を示している。

また、シミュレーションにより、一定の深度・姿勢制御を保持する性能、また、複数制御器の切り替えによる深度変更制御の性能について評価を行い、提案手法の有用性を示している。さらに、モデル変動や曳航速度の変動に対するロバスト制御性能について、シミュレーションにより評価を行った。その際、既往の研究で用いられている線形オブザーバによるシステムとの比較を行い、提案手法は線形オブザーバによる手法に比べ、非常に優れたロバスト性を有することを示している。

これらの結果から、水中曳航体の制御システムにおいて、その非線形性の考慮は、特に状態推定において重要であり、制御システムの性能を飛躍的に向上できることが示された。

以上の内容から、学生から提出された博士論文は、国内外の研究の水準に照らし、各研究分野における学術的意義、新規性、独創性及び応用的価値を有しており、博士の学位に値することを審査委員一同確認した。

最終試験の結果要旨：最終試験は 2 月 9 日に行われた。審査委員一同出席の下、学生に対して、博士論文の内容について最終確認のための質疑応答を行い、その内容は十分であった。一方、専門知識については公開発表会当日の質疑応答時や予備審査時でのディスカッションを含め十分であると審査委員一同確認した。また、博士論文、学術論文は英語で書かれており、かつ、国際会議において英語で発表しており、外国語の学力については問題ないと判断した。

2 月 9 日の時点では、学術論文は 1 編が第一著者として公表済み (Minowa A. and Toda M.: Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Electronics and Application, 1893-1898, 2015, 査読付き) であるが、国際会議のプロシーディングであるため、要件を満たしていない。しかし、投稿中の論文が退学後、1 年以内に受理される見込みであり、学位論文審査要項第 2 2 条 (学位授与の特例) の適用条件を満たしていると判断した。

その後、6 月 28 日に下記論文の受理通知があり、7 月 19 日に審査委員会を行い、学位授与の基準を満たしていることを確認し、合格とした。

Minowa A. and Toda M., "A High-Gain Observer Based Approach to Robust Motion Control of Towed Underwater Vehicles", IEEE Journal of Oceanic Engineering.

合同セミナーについて、規定の学習時間および出席回数を満たしていることを確認した。

大学院海洋科学技術研究科が指定した研究者倫理教育を修了していることを確認した。