

Title	ブロッキング零点配置法に基づく安定化手動操作の支援制御
Author(s)	滝本, 隆
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48856
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	たきもと たかし 滝 本 隆
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 2 1 1 7 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	ブロッキング零点配置法に基づく安定化手動操作の支援制御
論文審査委員	(主査) 教授 潮 俊光 (副査) 教授 乾口 雅弘 教授 大塚 敏之 金沢大学大学院自然科学研究科教授 山本 茂

論 文 内 容 の 要 旨

操作者が不安定な対象を操作し安定化することは、操作者にとって大きな負担となる。実際、操作者の操作能力の限界により、システムの状態に振動現象が残留する。完全な自動制御が行えず人間の手動操作の介入が避けられない場合、このような振動は好ましくない現象であり、振動を適切に抑制することが望まれる。また、振動を抑制することで操作が容易になれば、操作者はより高度な操作を行うことができ、さらに操作者への負担の軽減や制御性能の改善を期待することができる。

本論文では、手動制御系で発生する振動を抑制するための操作者支援制御法を提案する。提案する操作者支援制御は、手動制御系に対しフィードバックコントローラを付加することによって実現される。操作を支援する自動制御を考えた場合、支援制御入力操作者の操作の意図を阻害しないことが重要である。もし支援制御入力人間の操作に過度に干渉してしまうと、制御入力が外乱としてシステムに作用してしまい、操作者にさらなる負担を課す恐れがあるからである。

操作の意図を過度に阻害せずに振動を抑制する方法として、閉ループ系のブロッキング零点を所望の位置に配置するコントローラに注目する。ブロッキング零点は、その零点に対応する入力信号を出力に出ないようにするという入力阻止作用を有する。したがって、閉ループ系のブロッキング零点を適切に配置することができれば、操作の邪魔となり外乱とみなされるような制御入力を除去することが可能となる。

本論文では、まず、閉ループ系のブロッキング零点を任意に配置する問題の定式化を行い、その零点配置問題の解を与える。次に、定常値入力を排除する定常ブロッキング零点を配置するコントローラを用いて、不確かな平衡点の安定化問題を考える。最後に、定常ブロッキング零点を配置するコントローラを用いた安定化手動操作の負担を軽減する支援制御法について述べる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、操作者が行う安定化手動操作を補助するためのフィードバック制御法に関する研究成果をまとめたものである。第1章の序論と第5章の結論を含め以下の各章から構成される。

第2章では、閉ループ系のブロッキング零点を所望の位置に配置する問題の定式化、およびそのブロッキング零点配置問題の解となる動的コントローラの構造を与えている。とくに、ブロッキング零点を配置する動的状態フィードバックコントローラ的设计が、拡大系を安定化する定数状態フィードバック的设计に帰着できるという特徴をもつ。

第3章では、平衡点が正確に知りえない非線形システムの局所安定化問題を扱っている。平衡点の不確かさは定常状態における定値入力を引き起こすので、この定値入力による影響を排除するウォッシュアウト制御を提案している。ウォッシュアウト制御は、閉ループ系のブロッキング零点を原点に配置することによって達成できる。この章では、ウォッシュアウトコントローラが存在条件およびそのコントローラ設計法を明らかにしている。さらに、制御対象のモデルの不確かさを考慮するためロバスト制御を適用し、制御対象を二次安定化するウォッシュアウトコントローラが線形行列不等式を解くことによって得られることを示している。

第4章では、操作者が不安定な対象を操作し安定化する手動制御系に注目し、操作者が行う安定化操作の負担を軽減するための支援制御法を提案している。提案した支援制御法は、手動制御系に対しフィードバックコントローラを付加することによって実現される。操作を補助する自動制御を考えた場合、制御入力が操作者の操作の意図を阻害しないことが重要である。操作者支援制御法として、操作の妨げとなる制御入力を除去することが可能なウォッシュアウト制御法を用いている。また、閉ループ同定法として知られている SSARX 法に基づくウォッシュアウトコントローラのチューニング手法を提案している。コントローラ設計に用いる手動制御系のモデルは大きなモデル化誤差を含む恐れがあるが、コントローラチューニングによりモデル化誤差の影響を小さくすることが可能となる。最後に、棒を手のひらの上で倒立させる手動制御系を模擬した倒立振り子実験装置を用いて、提案する操作者支援制御法の有効性を示している。

以上のように、本論文は、ブロッキング零点配置法の確立、およびブロッキング零点配置法にもとづく安定化手動操作の負担を軽減するための制御手法の開発に貢献した。よって、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。