

Title	逆システムの構成法とその制御への応用に関する研究
Author(s)	山田, 功
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40321
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	やま だ こう 山 田 功
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 8 8 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 18 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	逆システムの構成法とその制御への応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 池 田 雅 夫 (副査) 教 授 古 荘 純 次 教 授 前 田 肇

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、状態空間法による低域通過逆システムの構成法とその低域通過型疑似逆システムへの拡張、およびそれらの制御への応用に関する研究をまとめたもので、6章から構成されている。

第1章は緒論で、逆システムに関する研究の背景、動向及び各章の内容を述べ、本研究の目的と意義を明確にしている。

第2章では、逆システムを用いた制御理論を統一的に扱う際に基礎となる、低域通過逆システムの状態空間上での構成法を提案している。そして、左、右逆システムの制御構造の違いを明らかにしている。つぎに、安定性について検討し、安定な逆システムが存在するための必要十分条件は、与えられたシステムが不安定な不変零点を持たないことであることを示している。また、逆システムの状態空間表現を用いると H_∞ 制御における混合感度問題の一般化プラントの構成が容易になることを指摘している。

第3章では、不安定零点を持つシステムに対して、安定で実現可能な近似的逆システム（低域通過型疑似逆システム）を定義し、その構成法を提案し、状態空間表現を与えている。なお、この逆システムを構成する際には、与えられたシステムのコイナー・アウター分解が必要となるが、そのシステムが真にプロパーの場合には、その分解は簡単ではなく、これまではディスクリプタ形成に対する一般化リッカチ方程式を解く必要があった。ここでは、低域通過逆システムの構造を利用するとディスクリプタ形式ではなく標準的なリッカチ方程式によるコイナー・アウター分解をもとに解くことができることを示している。

第4章では、FIR デジタルフィルタと低域通過逆システムを用い、広い周波数領域で高精度の追従特性を持つ繰返し制御系を実現する方法を提案している。そして、得られる制御系の入出力特性、収束速度、安定性を検討し、逆システムを用いると、従来のむだ時間要素を用いた繰返し制御系より速い応答が実現できることを示している。

第5章では、低域通過型疑似逆システムの状態空間表現を用いた新たな応用を提案している。具体的には、低域通過型疑似逆システムを用いると H_2 準最適内部モデル制御が構築できることを示している。また、低域通過型疑似逆システムの構成をもとに、内部モデル制御系におけるモデルと補償器の一体化法を提案して、内部モデル制御系の低次

元化をはかり、従来の構成法における制御器の次数が高いという問題点を解決している。

第6章は結論で、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

時不変線形システムに対する逆システムは、その応用領域の広さからその解析と設計の理論の発展が期待されていた。本論文は、安定零点のみを持つシステムに対して安定な低域通過逆システムの状態空間法による設計法を提案するとともに、不安定零点を持つシステムに対しては、低域通過型疑似逆システムという形で拡張を行ったものである。また、逆システムの新しい応用をまとめている。本研究で得られた主な成果を要約するとつぎの通りである。

1. オブザーバと状態フィードバックを用いて非干渉化することにより、実用上有用な低域通過逆システムの状態空間表現を陽に与えている。これにより、逆システムを用いた制御系の内部構造を解明することが容易になった。また、本論文の方法は、CAD システムの関数として簡単に実装可能であり、計算機援用制御系設計の発展に役立つ。
2. 従来の方法では安定な逆システムが構成できない不安定零点を持つシステムに対して、安定な低域通過型疑似逆システムを提案し、その構成法を与えている。これによって、内部モデル制御等において不安定零点を持つシステムに対しては統一的な議論ができないというこれまでの問題点が、完全に解決されている。また、この安定な低域通過疑似逆システムが H_2 準最適内部モデル制御系の設計に有用であることを示している。
3. 内部モデル制御系は伝達関数上で議論されることが多かったが、逆システムの状態空間表現をもとに、状態空間法で検討し直すことにより、制御器中に冗長なモードが存在することが示されている。冗長なモードを除去して、モデルと補償器を一体化することにより、内部モデル制御系の低次元化を実現している。
4. 逆システムの応用として、FIR デジタルフィルタと低域通過逆システムを用い、広い周波数領域で高精度の追従特性を持つ繰返し制御の実現をはかり、速やかな追従を可能にする安定化法を与えている。従来のむだ時間要素を用いた繰返し制御系においては、満足な速やかさでの追従が実現できないという問題を解決している。

以上のように本論文は、システム制御理論の基礎理論の1つである逆システムの理論を大きく発展させ、制御システムの高性能化に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。