

氏名	吉永 慎一
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第3921号
学位授与の日付	平成16年 3月25日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)
学位論文の題目	適応手法を用いた外乱ロバストサーボ系の構成
論文審査委員	教授 井上 昭 教授 鈴木 和彦 教授 五福 明夫

学位論文内容の要旨

本論文では目標値入力信号、外乱信号が未知信号である場合、すなわち目標値モデルや外乱モデルに未知パラメータを含んでいる場合にそれぞれのモデルがもつ未知パラメータを適応的に推定する適応サーボ系設計、適応外乱補償器設計法の拡張を行う。

第1章は序論である。適応サーボ系、適応外乱補償器に関する課題を述べる。

第2章では多入力多出力系に対する適応外乱補償器の設計法について考察を行う。また、倒立振子実験装置を用いて理論の検証を行う。

第3章では未知の目標値モデルに対応可能な適応サーボ系の設計法について述べる。この手法は目標値モデルを同定して、内部モデルとして含ませる適応サーボ系である。さらに、構成された制御系に対して、内部信号の有界性、サーボ系を実現することを数学的に証明し、その効果を数値シミュレーションにより検証する。

第4章では第3章で述べた適応サーボ系の離散時間系に対する拡張を行う。離散時間系においては制御系内の内部信号の有界性、出力追従誤差、パラメータ誤差の収束性に関する数学的証明が連続時間系と比較して簡潔に記述されることを示す。また、直列型2重倒立振子実験装置を用いて検証を行う。

第5章では適応サーボ系に固定補償要素を付加することで、外乱等の影響が軽減されることを示す。数値シミュレーションでは、最小位相系、非最小位相系それぞれに対して、制御対象に混入する外乱に対する低感度化が実現できることを示す。

第6章では一般化予測制御(GPC)に対して、外乱の存在下においてのみ外乱補償器が働く手法をランプ状外乱のようなより一般的な外乱に対して拡張する。

第7章では本論文のまとめを行う。

論文審査結果の要旨

制御系の主な設計課題は、制御出力を目標値に追従させることと、制御系に混入する外乱の影響を除くことである。いずれの課題も実現するためには、目標値、あるいは、外乱のモデルを制御則の中に含んでいかなければならない。これは「内部モデル原理」といわれ、上記の課題を実現するための必須の条件である。しかし、現実には、制御則設計時には、どんな目標値が与えられるか、また、どんな外乱が混入するかは分からぬ。従って、制御則に事前に、目標値、あるいは、外乱のモデルを含ませて設計することは不可能である。そこで、本研究では、制御を行いながら、オンラインで目標値、あるいは、外乱のモデルを同定して自動的に制御則にモデルを含めることによって、目標値追従制御、あるいは、外乱除去制御を実現する。すなわち、適応手法を用いた外乱ロバストサーボ系を構成している。

本研究では、次の5つの場合について設計手法を求めている。

第1が多入力多出力系に対する適応外乱補償器の設計法で、倒立振子実験装置を用いて有効性の確認を行っている。

第2は未知の目標値に追従させる適応サーボ系の設計である。

第3は適応サーボ系の離散時間系への拡張であり、直列型2重倒立振子実験装置を用いて検証を行っている。

第4は適応サーボ系に固定補償要素を付加した、外乱の影響を軽減する手法の提案である。

第5は一般化予測制御（GPC）に対して、外乱の存在下においてのみ外乱補償器が働く手法をランプ状外乱のようなより一般的な外乱に対して拡張している。

いずれの場合にも、制御系の安定性を数学的に証明している。本研究で提案している各手法とも実用的に有効で、実験でも示しているように、産業へも応用可能である。

以上のように本論文の研究成果は、制御工学の分野において独創性と実用性に優れ、博士（工学）の学位論文に値するものと認める。