

氏 名	荻 野 勝 哉 おぎ の かつ や
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 819 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on Systems Sensitivity for Optimal Design Problems in Automatic Control (自動制御における最適設計問題のためのシステム感度に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 樫 木 義 一 教 授 得 丸 英 勝 教 授 明 石 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、制御分野での最適設計問題におけるシステム感度について著者が行なった研究成果をまとめたものであり、緒論を含む6章からなっている。

第1章は緒論であり、制御分野におけるシステム感度に関する研究の必要性およびその歴史的発展について概説している。さらに感度分野における近年の動向および問題点について言及するとともに、本論文で取り扱うべき問題の概要と構成について述べている。

第2章においては、実在の制御系がしばしばむだ時間を含んでいることおよびむだ時間系最適制御問題の解を実際に求めることの困難性に鑑み、既知の微小むだ時間を含む制御系の近似最適設計手法を感度の立場から考察している。本章で提案されている近似手法は最適感度制御の理念に基づくものであり、この手法により実際に解くことが困難な微分差分方程式で表わされる2点境界値問題が実行可能な常微分方程式の終端値問題に帰着することが示されている。この手法は線形微分ゲームにも適用されており、数値例を掲げることにより本手法による制御性能の優秀性をも示している。

第3章では、未知の微小むだ時間を含む系の終端に拘束のある最小エネルギー系設計問題を取り扱っている。まず未知の微小むだ時間を無視した数学モデルを対象とする従来の最適設計の立場では、終端拘束条件が大幅に乱される可能性を示し、この望ましくない影響を設計の初期に考慮すべく、数学モデルおよびむだ時間に関する感度方程式を含む仮想的制御対象(合成系)を対象とする新たな感度を考慮した最適設計法を提案している。さらに合成系の可制御性がこの最適制御の実現に基本となることを指摘し検討を加えるとともに、数値例により本設計法の有効性を示している。

第4章では、従来の感度を考慮した最適制御系設計法が実在の制御系とその数学モデルとの間に生じるパラメータ誤差を微小なものと仮定している点を考え、これを補うという立場からゲーム理論的に有限の未知パラメータを含む制御系の最適設計問題を論じている。まず制御系におけるパラメータ誤差が大きい場合には誤差が積極的に制御性能を劣化させるものと見なし、パラメータ誤差と制御方策間のゲームとし

て最適制御系設計問題を考察するのが自然であることを指摘し、2次形式評価関数を導入した一つの最適制御問題について新たなゲーム理論的最最適設計法を提案している。さらに ρ -感度という概念を定義し、本設計法により保証される評価関数と誤差との関係について検討を加えている。

第5章および第6章ではモデル法によるパラメータ同定のための最適入力的设计問題を感度理論の立場から論じている。第5章では、まず同定の精度を高めるには同定すべきパラメータに関する観測出力感度関数を大きくする入力が見られることを指摘するとともにこの設計問題においては規準モデルと感度方程式を含む仮想的制御対象が基本的役割を果たすことを示している。さらに入力設計不可能性およびパラメータ同定不可能性の概念を定義し入力信号設計の実現可能性についての基礎的考察を線形系および双線形系について詳細に行っている。次いで入力設計可能性の下に各種の最大出力感度を有する入力の設計法を提案し数値計算例によりその有効性を示している。

第6章では、第5章における従来の感度的設計の立場からの入力設計がときに次元の呪いに陥り、あるいは微小パラメータ誤差に限られるということに鑑み、それを補うという立場からゲーム理論的入力設計法を提案している。一般的に問題をゲームとして論じるとともに線形系を対象とし詳細な検討を加えている。このゲーム理論的設計法により得られる入力は最適制御問題における負のフィードバック構成の優秀性の理念を逆に考えた形の正のフィードバック形式で構成される。さらに同定のための誤差評価関数とパラメータ誤差との関係を ρ -感度の概念により解析し、これが問題をゲームとして定式化する際に有用な情報を与えることにも言及している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、制御工学における数学的手法とその実際問題への適用との間に生じる隔りを埋めるため、感度解析手法を最適設計問題に取り入れ、実際問題を取り扱うのに有効な各種の最適設計法を開発・提案しているものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1) 2次形式評価関数を導入したむだ時間系最適制御問題を正則および特異摂動法の立場から考察し、實際上数値計算を実行することの困難な微分差分方程式の2点境界値問題を実行可能な常微分方程式の終端値問題に帰着せしめる近似最適設計法を開発するとともに、この設計法をむだ時間を含む微分ゲームの問題にも拡張適用した。さらに、これらの問題に対し、数値計算例により本設計法の有効性を検証している。

2) 未知の微小むだ時間を含む制御系の終端に拘束のある最小エネルギー問題を感度理論の立場から考察し、未知むだ時間の存在するときでも制御目的を十分に達成しうる実行可能な新たな最適設計法が提案され、特にこの設計の実現可能性を、むだ時間に関する合成系の可制御性を検討することにより論じている。さらに、数値計算例により本設計法の有効性が示されている。

3) パラメータ変動など不確定性の存在する最適制御系の設計問題をゲーム理論の立場から考察し、不確定性の度合いの比較的大きい場合にも有効な新たな感度を考慮した最適制御系設計法を確立するとともに、特に2次形式評価関数をもつ線形系を対象とし、本設計法により保証される評価関数値と制御系におけるパラメータ変動との関係を ρ -感度の概念を導入することにより解析し、さらに本手法の有効性が数

値例により実証されている。

4) パラメータ同定における入力信号の最適設計問題を感度理論の立場から考察し、同定精度を高めるための最適入力設計法を開発するとともに、入力信号の設計可能性をインバリアンスの理論により詳細に検討している。さらに、数値計算例により本設計法の有効性を示している。

5) ゲーム理論の立場からパラメータ同定における同定精度を高めるための入力信号の最適設計問題を考察し、特に線形系を対象とし、正フィードバック形式の入力信号の設計法を提案するとともに、本設計法により保証される誤差関数とパラメータ変動との関係を ρ -感度の概念により解析し、本設計法の有効性を数値計算例により示している。

以上、要するに、本論文は制御理論を実際問題に適用する際、それがより一層有効な理論となるよう、各種の最適設計問題に関して、感度解析手法に基づく新しい最適設計を確立したものであり、学術上、実用上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。