

氏 名	足 立 正 雄 あ だち まさ お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 583 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 精 密 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Studies on The Optimal Designs of Discrete-Time Systems [A Geometric Approach] (離散時間システムの最適設計に関する研究[幾何学的手法])
論文調査委員	(主 査) 教 授 明 石 一 教 授 岩 井 壮 介 教 授 榎 木 義 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、離散時間多変数システムの観測問題および制御問題に対し、幾何学的手法により、最適なシステムの設計法を提案したものであり、緒論を含む7章から成っている。

第1章は緒論であって、線形システム理論に関する研究の現状を簡潔に述べ、以後の各章で取り扱う問題の位置づけと目的を明らかにしている。

第2章では、対象とする線形システムの状態フィードバックによる最短時間状態制御問題および最短時間出力制御問題を可制御性や転移行列の正則性を仮定することなく扱う手法について述べている。すなわち、一般解を導出することにより、フィードバックゲインのパラメータ変動と最短時間整定性の保持との関係を明らかにし、さらに、状態フィードバックが不可能な場合に、定係数ゲイン出力フィードバックによる最短時間制御が存在するための必要十分条件を与えている。また、システムの構造と、ゲインの導出に必要な計算量との間の関係についても明らかにしている。

第3章では、線形定係数システムの最短時間観測問題を考察している。すなわち、第2章におけると同様、一般解を導出し、観測器のゲインパラメータ変動と最短時間観測性の保持との関係を明らかにしている。より一般的である初期状態に関する情報がある場合には、最短時間観測器は必ずしも定係数のシステムとはならず、時変係数システムとなることを示した。これは、導出方法の類似性より、カルマンフィルタと同じ形をしていることを明らかにした。

第4章では、動的補償器を用いた最短時間制御問題を扱っている。まず、各初期状態に対するシステムの最小整定ステップ数を、不可観測空間と可制御空間を用いて定義し、それらの最大値をシステムの一般最小整定ステップ数と名付けている。ついで、任意の初期状態よりシステムを一般最小整定ステップ数で原点へ整定させる定係数の動的制御器を設計している。また、任意の初期状態よりシステムを最小整定ステップ数で原点へ整定させる制御器は、非常にまれな場合にしか存在しないことを示している。

第5章では、初期状態に関する情報が与えられた場合の動的補償器を用いた最短時間制御問題を考察し

ている。すなわち、必ずしも定係数の解は存在しないことを示し、時変係数の最短時間制御器の設計法を導出している。この制御器は、初期状態が既知の場合の最短時間状態フィードバックゲインと初期状態に関する情報が与えられた場合の最短時間観測器より構成されることを示した。

第6章では、動的補償器を用いた最短時間出力制御問題を扱っている。有限時間でシステムの出力を整定させる制御器の存在する必要十分条件を与え、定係数の最短時間出力制御器を構成している。

第7章では、分散制御システムの状態推定問題を考察している。まず、不偏なオブザーバの存在する必要十分条件を示し、その条件を満たすシステムに対し、不偏・最適オブザーバを設計している。最後に、情報交換の有無が推定誤差分散に影響を与えないシステムの構造を明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

現代制御理論の実用性を高めるためには、解決すべき多くの問題が残されている。本論文は、システムの特性が不変性をたもつゲインパラメータの変動範囲を求める問題、動的補償器を用いた最短時間制御器の設計問題、及び、分散制御システムの状態推定問題を幾何学的手法により考察したものであり、得られた成果を要約すると次のとおりである。

1. 初期状態空間の分割および各空間への直交射影行列を使って、状態フィードバックによる一般化された最短時間制御問題の一般解を導出し、この結果から、最短時間整定性を保証するゲインパラメータ変動の範囲を求めている。また、状態フィードバックが不可能な場合に、定係数ゲイン出力フィードバックによる最短時間制御器が存在するための必要十分条件を求めた。
2. 不可再生空間の単調非増加性を用いて、最短時間観測問題の一般解を導出し、この結果から、最短時間観測性を保証する観測器ゲインのパラメータ変動の範囲を求めた。より一般的な、初期状態に関する情報がある場合には、最短時間観測器は必ずしも定係数システムとしては存在しないことを証明し、時変係数の最短時間観測器を設計した。また、定係数の観測器の存在と不可再生空間の単調非増加性との間に密接な関係があることを明らかにした。
3. 動的補償器を用いた最短時間制御問題を定式化して、問題の性質を解明し、定係数の最短時間制御器を設計した。また、不可再生空間と可制御空間の包含関係から、システムの一般最小ステップ数が決定されることを明らかにした。
4. 動的補償器を用いた場合においても、初期状態に関する情報のある場合の解は、必ずしも定係数のシステムとしては存在しないことを証明し、変係数の最短時間制御器を設計した。また、この制御方策と線形二次ガウス (L. Q. G.) 問題の最適制御方策との類似性を明らかにした。
5. 動的補償器を用いた最短時間出力制御問題の定式化を行ない、定係数の最短時間制御器を設計した。
6. 分散制御システムに対するオブザーバの適用について考察し、不偏オブザーバの存在条件を求め、その条件を満たすシステムに対し、不偏・最適オブザーバを設計した。最後に、情報交換の有無が推定誤差分散に影響を与えないシステムの構造を明らかにした。

以上要するに、本論文は、離散時間多変数システムを対象とし、より多くの適用範囲をもつように諸問題を再定式化、あるいは新しく定式化して、最短時間整定を達成する制御器および観測器の設計法を与え

たものであり、学術上、實際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。