

氏 名	相 原 伸 一 あい はら しん いち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 670 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 7 月 23 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 Control Problems for Stochastic Systems (確率システムの制御問題に関する研究)

論文調査委員 (主 査)
教 授 明 石 一 教 授 得 丸 英 勝 教 授 岩 井 壯 介

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は確率システムについて確率的可制御性を定義し、その成立条件をしらべ、最適制御を実現する計算機制御の方策を提案したもので、2部15章からなっている。

第1部では非線形集中定数システムについて確率的可制御性を定義し、システムが確率的可制御性を有するための十分条件を求めている。1章で従来からなされている可制御性に関する研究を概観し、2章で数学的準備を行い、3章において確率的可制御性の概念を導入し、4章で非線形確率システムに対して確率的可制御性が成り立つための十分条件をみちびいている。その導出にあたっては非線形システムの安定判別に用いられるリアプノフ関数の考え方を用いている。5章では確率的可制御性について得られた結果を用いて、非線形集中定数システムの制御問題を解き、非線形性と到達確率、到達時間の間の関係を明らかにしている。6章はこれらの総括である。

第2部では以上の結果を確率分布定数システムに拡張している。確率分布定数システムとしては、実際問題に多くみられるパラメータが不規則変動をする場合をとりあげ、このシステムについて可制御性をしらべ、最適制御問題を考察している。1章で従来の研究を概観し、2章で数学的準備を行い、3章では不規則パラメータの変動が有界である場合、パラメータがマルコフ連鎖過程で表現しうることを示している。ついでこのようなパラメータをもつ放物型システムについて、システム領域の内部に直接制御操作端を配置する場合の分布定数システム最適制御問題を考察し、システムの状態量及び不規則パラメータが共にわかる場合と、状態量のみがわかる場合に対して、それぞれ最適制御方策と準最適制御方策を求めている。4章ではさらに制御入力領域の境界から加えられる場合について最適制御方策を得ている。5章においてはパラメータの変動が正規性白色雑音の場合の放物型微分方程式をみちびき、最適制御問題を考察している。すなわち関数空間上での確率積分の概念を導入して問題を定式化し、最適制御方策を求めている。6章では構造物の振動などに対応する双曲型偏微分方程式で白色雑音パラメータを有する場合について、最大原理と変分不等式を用いて最適制御方策をみちびいている。7章では放物型の同様の問題について境

界制御問題の解を得ており、境界で加えられる制御入力領域内部に及ぼす影響をシミュレーションによってしらべている。8章では分布定数システムに対して確率的可制御性の定義を拡張し、集中定数システムに対すると同様の手法を用いて考察し、固有関数展開法を用いて可制御性の十分条件を求めている。9章では以上の結果の総括を行い、今後のみとおしを行っている。

論文審査の結果の要旨

従来確定システムの可制御性については種々の研究がなされているが、確率システムに対する確率的可制御性についての研究は最近まで行われていなかった。本論文は可制御性の概念を集中定数及び分布定数の確率システムに拡張して確率的可制御性を定義し、これに対する条件をみちびきさらに最適制御方を求めたもので、得られた成果を要約すればつぎの通りである。

(1) 確率システムのなかでも非線型確率システムについて、その確率的可制御性を考察し、これが存在するための十分条件を求めた。すなわちまず従来の可制御性の概念を確率の意味における可制御性へ拡張し、確率的可制御性の定義を与えた。ついでシステムを初期状態から目標値の ε -近傍に到達させる ε -可制御性を定義し、リアプノフ関数を用いて確率的可制御性の十分条件をみちびいた。

(2) 上の理論を用いて、与えられた初期状態から目標状態に移すような制御入力を求める方法を非線形性と関連してみちびき、これ等の結果をうらづけるデジタルシミュレーションを行った。

(3) 偏微分作用素の係数が不規則に変動する場合の分布定数システムの新しい数学モデルをみちびき、その解の確率的諸性質を明らかにした。また不規則変動が有界であるとき、係数モデルをマルコフ連鎖過程で表現しうることを示した。

(4) このような係数をもつ放物型システムに対し、システム領域の内部に直接制御操作端を配置する場合の分布最適制御問題について考察し、情報としてシステム状態量及び不規則係数が共に得られる場合と、状態量のみが得られる場合とについて解の性質をしらべた。

(5) このシステムの制御入力が領域の境界に加えられる場合に対する領域内部の状態を解析し、得られる情報に応じて最適制御方策あるいは準最適制御方策を求めた。

(6) 放物型偏微分方程式で記述されるシステムのパラメータ変動が正規性白色雑音とみなされる場合の分布最適制御問題を考案し、動的計画法を用いて最適制御入力を求めた。

(7) 構造物の振動などの解析に用いられる双曲型偏微分方程式のパラメータ変動が白色雑音とみなされる場合について、最大原理と変分不等式を用いて分布最適制御問題の解を求めた。

(8) 放物型分布定数システムが白色雑音パラメータを有する場合の境界制御問題を考察し、境界入力が領域内部に及ぼす影響をシミュレーションによって具体的に求めた。

(9) 確率分布定数システムの確率的可制御性を、集中定数システムの拡張として定義し、固有関数展開法を用いて確率的可制御性の十分条件をみちびいた。

以上要するに本論文は確率集中定数システム及び確率分布定数システムに対し確率的可制御性の概念を導入し、これを用いて最適制御方策を求め、確率システムに関する多くの新しい性質を明らかにしたもので、学術上および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。