

氏 名	富 田 豊 とみ た ゆたか
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1034 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 1 月 23 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	Fundamental Studies on State Estimate and Optimization in Stochastic Environmental Pollution Control Systems with Observation Cost (観測コストを考慮した環境確率システムの状態推定と最適制御に 関する基礎的研究)

(主査)
論文調査委員 教 授 榎 木 義 一 教 授 得 丸 英 勝 教 授 明 石 一

論 文 内 容 の 要 旨

環境汚染質レベルを予測し、そのレベルをある一定規準以下に抑えるためには、どの場所で、どのような時点間隔で汚染質を観測し、その対策を講ずればよいかということ、確率的システム制御理論を用いて研究した。また、特に経済性を考慮するため、制御規範に観測コストおよび制御コストを組みこみ、できるだけ少い観測点で、上の問題を解決しようとした。したがって、著者は大きく分けて次の内容を扱っている。

1. ノイズでみだされた観測データから重回帰モデルを構成し、それによって汚染質レベルを最適に予測するための最小観測時点個数およびその最適配置方法
2. 汚染質レベルを、ある設定規準以下に抑えるために必要な最適制御方策の決定
3. 環境モニタリングステーションの最適配置方法
4. 汚染質レベルの予測と制御のための情報理論的考察などである。

第1章では、ハイズでみだされた観測データに重回帰モデルをあてはめ、その汚染質レベルを短期予測するために必要な最少観測時点個数と、その最適時点配置問題を関数評価法を用いて検討した。規範としては、各時点における推定誤差共分散の和ならびに終端点における誤差共分散を最小にする場合を考察している。

第2章では、第1章と同じ条件と手法のもとに汚染質レベルをある一定規準以下に抑えるような制御を行なうための最適観測個数およびその最適時点位置を決定する方法を検討した。

第3章では、第2章で扱った制御方策を、より経済的見地から検討するため種々の制御方策を提案し、それらを定量的に検討した。

第4章では、第2、第3章の問題を、より数学的に扱い、しかも Kushner 等の過去の研究と比較するため、制御規範を時点および制御パラメータの関数と考え、パラメータ最適化法を用いて最適時点位置を決定することを試みた。その結果、この解析解は最終値評価規範の場合においてのみ可能であり、

著者が扱ったように各時点における汚染質レベルを、つねに、ある一定規準以下に抑えるような場合は、非線形最適制御問題を扱うことになり、直ちに適用できないことを指摘している。

第5章では、モニタリングステーションの最適配置を分布定数系の問題として扱っている。その解は、リッカチ型微分方程式を満足する推定誤差共分散関数を最小にするように求められるが、一般にこれを解くことは極めて困難である。したがって、ここでは、これを直接解くことなく「比較定理」を用いて、関数評価的に決定する方法を述べた。この定理は、誤差共分散関数の時間変化率に注目した手法である。

第6章では、状態推定問題を扱う上に欠かすことのできないリッカチ型微分方程式に関する近似解の精度を、モンテカルロシミュレーションを用いて評価することを試みた。ここでは、従来から提案されている手法の欠点を補ない、そのシミュレーションの結果は既発表の論文と比較し、きめ細かに論じられている。

第7章では、観測問題の考察にあたって、考察の対象とする地域の各種の汚染質レベルの特性を、全体として把握するために、その制御規範に情報理論の概念を導入することを試みた。

このように、経済性を考慮して雑音を伴った実データをもとに、環境汚染質レベルを予測し、それをある一定規準以下に抑えるための制御方法を、観測時点に注目して論じたところに、本論文の特徴はある。これらのことは、今後の環境汚染制御を扱う上で極めて有意義であると思われる。

論文審査の結果の要旨

環境汚染データの観測時点および観測場所を選定する問題は、環境汚染制御を研究する上で極めて重要な問題である。

環境汚染の予測と制御は、一般に、それを短期、中期および長期に分けて考えるのが適切であるが、ここでは、数時間先の大気汚染の短期予測と制御を考察の対象としている。

本論文は、経済性を念頭におき、環境汚染質レベルを予測し、それを制御するために必要な最適観測時点位置および最適地点位置を選定するための方法を確率システム制御理論を用いて研究したものである。

本論文において得られた主な成果は、次の通りである。

(1) 大気汚染質レベルを短期予測するために必要な観測時点の最適配置問題を、予測誤差共分散および観測コストを最小にするような規範のもとに、関数評価法を用いて解決する方法を提案した。もちろん、データにはノイズが含まれているので確率モデルとしては重回帰モデルを用いた。

(2) 環境汚染質レベルを制御するにあたり、経済性を考慮し、なるべく少ない時点で、汚染質レベルをある一定規準以下に抑えるための準最適手法を、パラメータ最適化法を用いて解決することを試みた。ここで提案した制御時点の決定方法と、その制御方策は準最適なものであるが、経済面および制御規範の面から考えて、Kushner 等によって従来から提案されている最適制御に十分おきかえられることを数値例によって確かめてある。

(3) 汚染質レベルを予測し、それを制御するにあたって必要な最適観測時点および制御時点を決するのに、上の(1)、(2)では、実用上の見地から、試行錯誤の手法を用いた。ここでは、この問題をより数

学的に扱い、しかも過去の研究と比較するため、制御規範を時点および制御パラメータの関数と考え、パラメータ最適化法を用いて最適時点位置を決定することを試みた。その結果、この解析解は、最終値評価規範の場合においてのみ可能であり、著者が扱ったように各時点における汚染質レベルを、つねに、ある一定規準以下に抑えるような場合は、非線形最適制御問題を扱うことになり、直ちに適用できないことを指摘している。

(4) 汚染質レベルを予測し、それを制御するとき問題となる規範に新しい考えを導入した。すなわち、考察の対象とする地域の各種の汚染質レベルの特性を、個々に考えず、それを全体として把握するために、その制御規範に情報理論におけるエントロピーの概念を導入することを試み、数値例をもとに、その有用性を確かめている。

以上、本論文は、経済性を考慮し、最も少ない観測時点および位置で、環境汚染質レベルを予測し、その汚染質レベルをある一定の規準以下に抑えるための準最適制御手法を提案するとともに、汚染の実態を総体的に把握することを試みている。これらの手法は、応用範囲は広く、実用上、学術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。