

氏 名	加 納 悟 か のう さとる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 546 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 3 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 数 理 工 学 専 攻
学位論文題目	Foundations of Tolerance Interval Procedure and its Applications to Control and Planning Problems (許容区間法の基礎概念とその制御・計画問題への応用)

論文調査委員 (主査) 教 授 三 根 久 教 授 長谷川利治 教 授 得 丸 英 勝

論 文 内 容 の 要 旨

近年、科学技術の発達に伴って各種の大規模・複雑なシステムが開発されているが、数多くの要因が絡み合うため、諸現象が確率的性格を呈することがよく起る。このような局面においては、システムの計画、設計、制御、運用のための基礎となるデータの解析には統計的手法が適用される。

本論文は、このような制御・計画問題を取り扱うための基礎として、統計的仮説検定論の立場から同時許容区間の基礎理論を確立し、問題解決法を考案するために行った研究成果をまとめたものであって緒論と結論を含めて7章からなっている。

第1章は、本論文の緒論であり、研究目的を明らかにするとともに、関連分野における最近に至る研究成果を概観し、さらに、以下の各章の概要を述べている。

第2章では、主に線型回帰モデルにおける同時許容区間を仮説検定論の観点から考察し、その最適性を論じている。また、精密な許容区間を得ることが可能であるための必要十分条件を論じている。さらに、パラメータ空間において、 p 乗ノルムを用いて仮説の受容域を構成し、シェフェの射影法を用いることにより各種の片側許容区間を構成している。

第3章では、質的データに基づき、プロビット関数のノンパラメトリックな推測を行っている。まずプロビット関数が説明変数の単調増加関数であることだけを仮定し、できる限り多くの情報を導出しようと試みている。さらに、データが推測を行うには不都合に集団化されている場合においてもプロビット関数の信頼区間が構成可能であることを示している。

第4章では、許容区間法の考え方を制御問題へ導入し、新しい形の制御問題を定義している。ここで扱われる制御問題においては、状態変数がある範囲に入れることを目的としており、求めるべきものは制御変数の領域である。このような問題の解を、線形回帰モデル、一般回帰モデルの想定のもとに、適当な同時許容区間を構成することにより与えている。さらに、状態変数があるレベルに近づけるといふ問題に対しても、凸形の区間を構成し、制御領域を求めている。

第5章では、上述のカテゴリカル・コントロールの環境制御問題への応用について論じている。すなわち、汚染物質の許容限界を統計的に決定するという問題をカドミウム汚染を例にとり論じている。線型モデルが想定されうる場合、シェフェの同時許容区間が解を与えるに役立つことが示されている。このような問題においては、モデルの関数の形、分布の形に関し、できる限り仮定を設けず、最悪の状況に備えるべきことを明らかにしている。したがって、ノンパラメトリックな手法を使用すべきであるとされている。

第6章においては、確率計画問題に対して統計的接近を試みている。現実問題においては、モデルに含まれるパラメータの値や分布の形が予め知られていないことが多い。その場合、過去のデータに基づき、計画、決定を企てる必要があるが、このような問題に対して2段階法の考え方を導入し、目的関数を区分的に線形な凸関数により推定するという手法を提案し、その結果得られる最適解がもとの問題の最適解に収束することを証明している。次に、確率的な制約式を持つ問題に対してパラメトリックな場合、ノンパラメトリックな場合に分け、それぞれに対して多次元の許容領域を構成している。

第7章は本論文の結論であり、以上の研究成果を要約している。最後に、今後の研究課題として残されているいくつかの問題点を明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

近年、とくに解決を迫られている工学上の諸問題は複雑多岐に渉る数多くの要因が絡み合うため、そこに生じる現象は統計的性格を帯びることが多く、このような局面においてはシステムの計画、設計、制御、運用の基礎となるデータの解析に統計的手法を導入せざるを得ない。本論文は、制御・計画問題に現れるモデルの基礎を与える情報の推定に関して統計的仮説検定論の立場から制御・計画問題解決のために許容区間の概念を導入し、新しい解法を確立したものであって、得られた主な成果はつぎの通りである。

(1) 従来、統計データの解析には信頼区間を求めることがよく行われているが、その概念を仮説検定論の立場から発展させ、パラメータの値が確実に存在する領域を統計的に保証する許容区間の方がより現実的統計において意味があることを着目し、許容区間の最適性を明らかにした。

(2) 数多くのパラメータが存在する場合、これらパラメータのすべてについて真の値を同時に包含するような各種の同時許容区間が、線形回帰モデルの場合、仮説検定理論の立場から統一的に誘導されることを明らかにし、新たな有力な同時許容区間の設定方法を提案した。

(3) 問題の性質上、質的データが重要な意味をもつ場合が数多くあるが、その性質を反映するプロビット関数の推定に関連して許容区間の概念を適用し、データが推測を行うのに質的に不足している場合について、プロビット関数の信頼区間の構成法を与えた。

(4) システムのある特性のある領域内に設定した場合の計画問題を制御問題に帰着させ、この問題に許容区間設定の概念を導入し、適用範囲の広い一般重回帰モデルに対して同時許容区間を構成し制御領域を定め、カテゴリカル・コントロールの考え方を確立した。

(5) 汚染物質の許容限界を定める環境制御問題に対してカテゴリカル・コントロールの手法を適用す

べきことを指摘して、カドミウム汚染米の場合を例にとり、摂取許容限界を求めた。

(6) 統計的変動が存在するような局面においては、問題は確率計画問題として定式化されるが、モデルに含まれるパラメータの分布をデータから同定して定式化した後に確率計画問題を確定計画問題に変換して解く代りに、直接データから最適解を求める方法を初めて提案し、新しい解法を確立した。また確率的制約条件をもつ問題に対して多次元許容領域を構成することによって解く方法を与えた。

以上要するに本論文は、統計的変動要因をもつシステムの計画、設計、制御の問題に対して、許容区間の基礎概念を明らかにすることによって、新たに制御・計画問題の解決法を提案したものであって、学術上、實際上寄与するところが少くない。

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。