

氏 名	もり た ひろし 森 田 浩
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第2598号
学位授与の日付	平成4年5月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	STUDIES ON STATISTICAL APPROACHES IN STOCHASTIC PROGRAMMING (確率的計画法における統計的手法の研究)
論文調査委員	(主 査) 教授 茨木俊秀 教授 片山 徹 教授 鶴井 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、確率的計画問題の最適化手法、とくに未知パラメータを含む問題に対するサンプル情報に基づいた統計的手法に関する研究結果をまとめたもので、8章から成っている。

第1章は緒論であり、確率的計画法とその統計的手法の特徴に関するこれまでの研究の概略について記述し、本研究の目的とその位置づけを明らかにするとともに、本論文の構成について述べている。

第2章では、確率的線形計画法の信頼領域法を提案し、その結果を述べている。信頼領域法とは、未知のパラメータに対してサンプル情報に基づいて信頼領域を構成することで計画問題のもつ不確実性を限定し、想定される最悪の状況での最適化を図るミニマックス解を与えるモデルである。確率変数が制約条件の右辺にある問題と目的関数にある問題について、信頼領域法による確率的線形計画問題の解法を示すとともに、サンプル数が大きくなったときの漸近的性質も述べている。

第3章では、制約条件の両辺に未知のパラメータを含む確率的線形計画問題に対する信頼領域法を述べている。この未知のパラメータをサンプルに基づいて推定し、その信頼領域を構成すると、実行可能領域は逆凸領域となることから、切除平面法を用いて、まず確率的制約式が1つの問題に対して有限回の繰り返しで最適解を求めるアルゴリズムを示し、次に確率的制約式が複数個ある問題の解法とその収束性を証明している。

第4章では、第2章で述べた信頼領域法を、目的関数の係数が未知の分布パラメータをもつ確率変数であるような確率的線形ナップサック問題に適用し、これが従来の既知の分布パラメータをもつ問題に帰着されることを示し、多項式時間で最適解を求めるアルゴリズムを述べている。

第5章では、確率的線形計画問題の確率最大化モデルが、ある条件のもとで2つの補助パラメータをもつ2次計画問題によって解かれることを示している。また、補助パラメータの最適値の唯一性や目的関数値の平均分散平面における最適解の振る舞いを明らかにするとともに、確率的線形計画問題の平均分散モデルとの関係も述べている。

第6章では、第5章の確率最大化モデルのポートフォリオ選択問題への応用として、目的関数に未知パ

ラメータとして確率変数を含む問題を考察している。まず、目的関数が、独立な確率変数を拡張したブロック対角な分散共分散行列をもつ確率変数で表された問題について、主問題をいくつかの部分問題に分割することで効率的に最適解を求めるアルゴリズムを与えている。次に、目的関数が、資本資産評価モデルで用いられる単一指数モデルや裁定評価理論に代表される複数指数モデルで表された確率変数を含む場合について考察し、多項式時間で解くことのできるアルゴリズムを示している。

第7章では、確率的線形計画法の確率的改良法を提案しその結果を述べている。確率的改良法とは、サンプルが得られる度に未知のパラメータの推定値を更新しながら最適解を適応的に改良していく方法である。確率的改良法による確率的線形計画問題のアルゴリズムを示すとともに、このアルゴリズムがサンプル数が大きくなるにつれて確率1で真の最適解に収束する点列を生成するという漸近的性質を証明している。

第8章は総括で、各章ごとに得られた研究結果をまとめて示している。

論文審査の結果の要旨

不確実性を伴う最適化問題では、データ収集と最適化手法の相互関係に注目することが重要である。本論文は、確率的計画問題に対する最適化手法とサンプルデータとの関係について考察し、統計的手法の新たなモデルの構築と最適化アルゴリズムの開発のために行われた系統的研究の結果をまとめたもので、得られた成果は次の通りである。

1. 確率的線形計画問題に対して、サンプルデータに基づいて確率的係数の信頼領域を構成し、その領域内でのミニマックス解を求める信頼領域法を提案した。とくに、制約条件や目的関数に未知パラメータがある問題について最適化アルゴリズムを具体的に示し、生成される解の漸近的性質を明らかにした。
2. 線形制約式の係数行列に未知パラメータが含まれる問題に対する信頼領域法で生じる逆凸計画問題に対して、切除平面法による解法を開発した。また、その特別な場合である確率的線形ナップサック問題については、多項式時間で解くことができることを明らかにした。
3. 確率的線形計画問題の確率最大化モデルについて解析し、そのポートフォリオ選択問題への応用として、目的関数に確率変数を含むいくつかのタイプの問題を解くための効率的なアルゴリズムを開発した。
4. 確率的線形計画問題に対して、未知パラメータの更新と最適解の改良を適応的な方法で行う確率的改良法を提案し、その方法によれば真の最適解に確率1で収束する点列が生成されることを示した。

以上、要するに本論文は、確率的計画問題における統計的手法を系統的に研究し、信頼領域法や確率的改良法といった新しいモデルと手法を示すなど、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成4年4月10日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。