

氏名	さがら のぶこ 相良 信子
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	論情博第25号
学位授与の日付	平成13年7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 Continuation and Trust-Region Methods for Nonlinear Optimization Problems (非線形最適化問題に対する連続法と信頼領域法に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 福嶋雅夫 教授 茨木俊秀 教授 酒井英昭

論 文 内 容 の 要 旨

工学, 社会科学, 自然科学のさまざまな分野に現れる問題を最適化問題として定式化し, 数学的なアルゴリズムを適用して解を導く数理計画のアプローチは, システム的な問題解決の方法として広く用いられている。本論文は, 非線形目的関数を最小化する問題に焦点をあて, 制約条件を含まない場合および線形あるいは非線形制約条件を含む場合のそれぞれに対して, 連続法と信頼領域法の新しいアルゴリズムを提案するとともに, 数値実験によってそれらのアルゴリズムの有効性を明らかにしたものであり, 本文7章と付録1章から成っている。

第1章は本論文の序論であり, 非線形最適化における従来の研究のうち, 特に本論文に関連の深いものを取り上げて概説するとともに, 本論文の構成を簡単に説明している。また, 最適性条件などの最適化理論における基礎的事項, および本論文の主題である連続法と信頼領域法に対する基本的な方法と性質をまとめ, 以下の各章への導入としている。

第2章では, 非線形最小2乗問題のうち, 特に目的関数がある種の分離可能性を有する場合を取り上げ, その問題の特徴を利用した連続法のアルゴリズムとして, Davidinko法を改良した方法と予測子-修正子法に基づく方法の2つを提案している。いずれの方法についても, 計算実験を行い, 問題の分離可能構造を利用することにより計算の効率化が図れることを示している。

第3章では, 制約条件のない非線形最適化問題に対して, 予測子-修正子法の考え方に基づく連続法のアルゴリズムとして, 予測子の計算において信頼領域法の考え方をを用いる方法と予測子の精度を上げるために修正子の計算を一回だけ行った点を新たに修正子として用いる方法の2つを提案している。これらの方法を用いることにより, 単純な Euler 修正子に比べて, 解曲線の追跡がより効果的に行えることを, 計算実験によって確認している。

第4章では, 各変数の上下限に関する単純な制約条件のみを含む非線形最小2乗問題に対して, 信頼領域法の考え方に基づく反復法を提案している。この方法の特徴は, 反復点が常に実行可能領域に含まれることを保証するため, 実行可能領域の境界までの距離を軸の長さとして選んだ楕円を信頼領域として用いることにある。さらに, 反復点が解に近づくにつれて楕円が平板になることから生じる数値的不安定性を避けるため, さらに有効制約法の考え方を導入している。本方法によって任意の精度の近似解が有限回の反復により得られることを証明するとともに, 計算実験により提案手法の有効性を検証している。

第5章では, 前章で提案した方法を一般の線形制約条件を含む非線形最小2乗問題に対して拡張している。前章と同様, ここで提案した方法に対しても, 任意の精度の近似解が有限回の反復により得られることを証明し, 計算実験により提案手法の有効性を確認している。

第6章では, 一般的な非線形制約条件と非線形目的関数をもつ問題に対して, 前章の方法をさらに拡張したアルゴリズムを提案し, 計算実験を通してその方法の有効性を検証している。

第7章は結論であり, 本論文で得られた知見をまとめている。

さらに付録においては, 本論文のいくつかの章において提案されたアルゴリズムに共通して現れる部分問題の解法につい

て述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、制約条件を含まない非線形最適化問題および線形あるいは非線形制約条件を含む非線形最適化問題に対して、連続法と信頼領域法の考え方に基づくアルゴリズムを提案している。特に、提案した方法のいくつかに対して理論的な収束性を示すとともに、提案したすべての方法に対して数値実験を行うことによりそれらの有効性を検証しており、得られた成果は以下のようにまとめられる。

1. 目的関数がある種の分離可能性を有する非線形最小2乗問題に対して、その問題の特徴を利用した連続法のアルゴリズムとして、Davidenko法を改良した方法と予測子-修正子法に基づく方法の2つを提案した。さらに、計算実験により、問題の分離可能構造を利用することにより計算の効率化が図れることを示した。

2. 制約条件のない非線形最適化問題に対して、予測子-修正子法の考え方に基づく連続法のアルゴリズムを提案し、単純なEuler修正子を用いる方法に比べて、提案手法のほうが解曲線の追跡をより効果的に行えることを、計算実験によって示した。予測子の計算において信頼領域法の考え方を用いること、および予測子の精度を上げるための工夫は興味深いものと評価できる。

3. 各変数の上下制限約あるいは線形制約条件を含む非線形最小2乗問題に対して、信頼領域法の考え方に基づく反復法を提案し、理論的な解析と計算実験により提案手法の有効性を確かめた。この方法においては、生成される点列が実行可能領域に含まれることを保証する信頼領域の定め方、および点列が解に近づくにつれて発生する数値的不安定性を避けるための工夫にユニークな考え方を用いている。

4. 上記3の方法を一般的な非線形制約条件と非線形目的関数をもつ最適化問題に対して拡張したアルゴリズムを提案し、計算実験によってその有効性を検証した。

以上のように、本論文は種々の非線形最適化問題に対する計算手法を開発したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年6月14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。