

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 ドリアント ヨハネス ビモ

修士(工学) ドリアント ヨハネス ビモの論文は「Adaptively Preserving Solutions in Feasible and Infeasible Regions for Solving Severely Constrained Engineering Design Optimization Problems (厳しい制約条件が課された工学設計最適化問題を解くために実行可能領域と実行不可能領域の解を適応的に保存する方法)」と題し、6章からなる。

航空宇宙工学分野における設計最適化問題は、多峰的な目的関数をもつ場合が多い。そのため、多峰的な設計最適化問題においても大域的な最適解を得ることが可能であり、計算の並列化も容易な進化アルゴリズムが設計最適化手法として注目されている。また、航空宇宙工学分野における設計最適化問題は多峰的な目的関数に加えて、複数かつ厳しい制約条件を有する場合が多い。しかしながら、複数かつ厳しい制約条件を持つ設計最適化問題の最適解を効率よく得るための手法についてはこれまでほとんど研究されてこなかった。また、いくつかの関連研究は存在するものの、実問題で頻繁に見受けられる複数の制約条件関数値の桁数が違う場合は想定されてこなかった。そのため、本研究では、航空宇宙工学分野における進化アルゴリズムを用いた設計最適化のための効率的な制約条件取り扱い方法を開発することを目的としている。

第1章は序論であり、本研究の背景と先行研究、関連文献についてまとめた上で、本研究の位置づけと目的、本論文の構成を述べている。

第2章はここで用いる進化アルゴリズムとこれまでに開発されてきた制約条件取り扱い方法について述べている。

第3章では Multiple Constraint Ranking と呼ばれる制約条件取り扱い法を一般化し、複数かつ厳しい制約条件を持つ設計最適化問題の最適解を効率よく得るために実行不可能領域の探査を積極的に行う新しい制約条件取り扱い手法を提案している。ここでは、特に、条件を満たさない制約条件の数の最小化の効果、それぞれの制約条件ごとに条件の厳しさを考慮して重み係数を変化させる効果、制約条件関数の数に応じた正規化の効果について着目し、提案した手法を工学分野の実設計最適化問題の一例である自動車の構造設計最適化問題に適用した。その結果、条件を満たさない制約条件の数の最小化は行わず、それ

それぞれの制約条件ごとに条件の厳しさを考慮して異なる重み係数を与えることが有効であることが明らかにされている。

第4章では、第3章で開発した手法をさらに拡張し、実行可能領域の最適解探索と実行不可能領域の最適解探索の割合を適応的に変化させる手法を提案している。また、提案した手法をさまざまな解析的最適化ベンチマーク問題および発電用風車の概念設計などの実設計最適化問題に適用し、既存の制約条件手法との性能比較を行っている。その結果、提案された制約条件取り扱い手法は実設計最適化問題を含め多様な設計最適化問題において既存手法よりも優れた解が得られることを示している。また、3つの実設計最適化問題について、最適化計算の過程で得られた解を分析し、複数かつ厳しい制約条件を持つ設計最適化問題の最適解を効率的に得るためには、(1)多様な実行不可能解を探索すること、(2)優れた目的関数値を持つ実行不可能解を探索すること、(3)実行可能解の割合を低く抑えること（実行不可能解を積極的に探索すること）、が重要であるという新たな知見を得ることに成功している。

第5章では、開発された制約条件取り扱い方法を実装した進化アルゴリズムと数値流体シミュレーションを用いて翼型の遷音速空力設計最適化および多点空力設計最適化を実施している。その結果、翼型の空力設計最適化問題についても、提案された制約条件取り扱い手法がより多様な実行不可能解を積極的に探索することで、既存の手法と比較しよりすぐれた解を得ることができると示された。

第6章は全体のまとめであり、提案手法がここで用いた解析的な最適化ベンチマーク問題、自動車構造設計最適化などの実設計最適化問題、および翼型の空力最適化問題において安定的に優れた性能を示したことおよびその理由を述べている。

以上要するに、本論文は、複数かつ厳しい制約条件を有する設計最適化問題において効率的に最適解を得ることができる新しい手法を開発し、また、さまざまな実設計最適化問題においてその有効性を示しており、航空宇宙工学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。