

論文の内容の要旨

論文題目 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)

氏 名 ドリアント ヨハネス ビモ

航空宇宙工学分野においてしばしば直面する複数かつ厳しい制約条件を有する設計最適化問題の最適解を効率よく得るための新しい制約条件取り扱い手法を提案し、さまざまな最適化ベンチマーク問題および実設計最適化問題を用いてその工学的有効性を検証した。

本論文では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索を積極的に行う新しい制約条件取り扱い手法を提案した。ここで提案された手法はmultiple constraint ranking (MCR)と呼ばれる既存手法を一般化したものであり、桁数や単位の異なる複数の制約条件を扱うことができ、かつ、厳しい制約条件を持つ設計最適化問題を効率よく解くために実行不可能領域を積極的に探索することなどを可能とする。

はじめに、MCRで含まれていた制約条件を満足する制約条件数に基づいたランク、それぞれの制約条件の難易度に基づいて適用的にランクの重みを変化させる機能、実行不可能領域の探索を制約条件の数に依存しないようにする機能について、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を用いて検証を行った。その結果、MCRで含まれていた制約条件を満足する制約条件数に基づいたランクは用いない方が多様な実行不可能解を得ることができ探索効率が向上することが示された。また、それぞれの制約条件の難易度に基づいて適用的にランクの重みを変化させる機能がさらに探索効率を向上させることが明らかになった。

次に、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、また、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線形に変化させる手法と非線形に変化させる手法を提案した。この手法をCEC test suitesなどのさまざまな最適化ベンチマーク問題および車両構造設計問題や発電用風車設計問題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た。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最適化問題において既存手法よりも優れた解が安定的に得られることを複数の最適化計算

結果から統計的に示した。また、実設計最適化問題について得られた結果を詳細に分析し、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)制約条件関数空間における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積極的に探索すること、(3)実行可能解の割合を低く抑えること、が重要であるという新たな知見を得ることに成功した。また、ここで提案された手法はこれらの条件を適応的に満たすことにより、最適解の探索能力が向上していることが示された。

最後に、開発された制約条件取り扱い方法および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た。翼型の空力設計最適化においても、提案手法が既存手法よりも有意に優れていることが示された。