

卓越した大学院拠点形成支援補助金
「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」
平成 25 年度 博士課程後期学生（国内）学会等派遣 参加報告書

氏名／専攻・学年 Name / Department	苗村 伸夫／航空宇宙工学専攻・博士課程後期 1 年
学会名 Conference's name	進化計算学会 進化計算シンポジウム 2013
開催地 Venue (Name of the facility, city & country)	霧島ホテル、鹿児島県霧島市
日程 Conference period	平成 25 年 12 月 14 日 ～ 平成 25 年 12 月 15 日
発表タイトル Presentation Title	設計空間の座標変換により尤度関数最大化を促進する Kriging モデルの提案
【発表概要 Brief summary of your presentation】 一般に設計最適化は、多数の設計パターンについて性能を評価し、性能が改善するように設計を変化させていくことで達成される。しかし、性能の評価に高コストな数値解析や実験が必要となる場合には、すべての設計パターンに対して厳密な評価を行うことは不可能であり、応答曲面法が用いられる。応答曲面法では、少数の設計パターンに対してのみ事前に性能評価を行い、その結果から性能を表す関数(目的関数)の近似モデルを生成する。そして、最適化の過程で必要となる多数の設計パターンに対する性能評価には、近似モデルの推定値を利用することで性能評価のコストを大幅に削減でき、実設計に最適化を導入することが可能となる。 応答曲面法を用いた最適化では、近似精度の良い応答曲面をなるべく少数のサンプル点で生成できることが望ましい。応答曲面法に頻繁に用いられる Kriging モデルはガウス関数の重ね合わせで関数を近似するが、設計に用いる変数(設計変数)ごとに異なる重み係数を使用することで、目的関数に対して影響力の強い変数の重みを大きく、影響力の弱い変数の重みを小さくできる。本研究では、変数間依存性をもつ関数に対して精度良い応答曲面を生成するため、目的関数の変動に合わせて設計空間に回転による座標変換を施して重み係数の作用する方向を変化させ、尤度関数の最大化を促進する Kriging モデルを提案した。そして、提案手法と従来の Kriging モデルを、変数間依存性を持ったテスト関数に適用し、提案手法の特徴を調査するとともに有効性を検証した。 二次元のテスト問題では、サンプル数が極端に少ない場合を除き、提案手法が目的関数の変動に合わせて設計空間の座標系を回転できるようになると、従来手法に比べて近似精度の大幅な改善を実現し、近似に必要なサンプル数を削減できることが確認された。しかし、サンプル数がさらに増加すると、行列反転に伴う数値誤差の問題から適切なモデル生成が困難となることが判明した。五次元の問題においては、提案手法によって二次元と同様に精度改善がみられたものの、提案手法の優位性は弱まった。また、問題の次元の増加に伴って座標系の決定に必要な回転角度パラメータの数は莫大となり、各角度の間には強い変数間依存性があることから、対数尤度関数最大化には高次元性及び変数間依存性に強いアルゴリズムを用いる必要があると判明した。	

【他の講演等から得られた知見、感想等。What you learned from other presentations, general impression you had, etc.】

本学会での発表は全てポスター形式で行われ、進化計算に関する基礎的な原理の解明、手法の開発・改良、実問題への応用など多岐にわたる発表がなされた。基礎的なものでは、近年研究が頻繁に行われている粒子群最適化に関して、最適解を得る過程で重要とされてきた確率要素を取り除き、カオスダイナミクスによる決定論的な手法に置き換えるという検証がなされた。発表では、確立要素を取り除いた場合にも最適解の探索が可能であり、従来の粒子群最適化よりも優良な解を得られるとの報告がなされており、今後の新手法開発に大きな影響を与える可能性がある。手法の改良に関しては、多数目的最適化問題で有効とされる Weighted Sum 関数を用いた最適化の適応可能範囲を拡大する研究が発表され、従来用いられていた Tchebycheff 関数を用いた手法を上回る性能が確認された。この研究では、解の更新方法に改良を施すことで性能改善を行ったが、改良の方法は別のアルゴリズムで従来から使用されてきた Best-N 選択と呼ばれる方法に極めて近く、Weighted Sum 関数と Best-N 選択を組み合わせることでさらに性能を改善できるのではないかと考えられ、自身の今後の研究に利用できる可能性がある。実問題での応用では、翼型最適化後の解のクラスタリングに固有直行分解を用いることで物理的に意味を持ったクラスターを作り出すという研究がなされていた。翼型の圧力係数分布からクラスターを作成するため、自身が研究を行っている Vortex Generator の最適化結果に対しても同様の手法を適用できる可能性があり、大いに参考になった。

本研究に対しても多数の質問・意見を頂いた。本学会でも応答曲面法に関する研究はごく僅かであり、手法の基礎的な内容に関する質問が多くを占めたが、別の分野でも Kriging モデルと類似した手法が使用されているという情報を得ることができ、手法改良の新たな方法を見つけ出す足がかりとなった。また、重み係数の作用方向を変化させる方法について、現状では座標の回転を用いているため、回転角度間の変数間依存が強く、多変数問題では角度パラメータのチューニングが困難となることが課題となっている。これに対して、ガウス関数の分散共分散行列に直接操作を加えることで、チューニングパラメータの数は変化しないが、変数間依存が弱まるのではないかと助言を頂くことができた。検証の結果、直接この助言を取り入れることはできないが、座標変換以外の方法を考える良い機会となった。さらに、実問題での最適化において、変数間の相関の有無を判別する手法としても利用できるという意見を頂き、後日データを頂戴して実問題に提案手法を適用する機会を得ることができた。