

D-8-6

多目的最適化問題に対するパレート解の可視化に基づく知識抽出

Knowledge Extraction based on Visualization for Pareto Solutions in a Multi-objective Optimization Problem

工藤文也
Fumiya Kudo吉川大弘
Tomohiro Yoshikawa(名古屋大学)
(Nagoya University)

1 はじめに

近年、進化計算手法の一つである遺伝的アルゴリズムを、多目的最適化問題に適用した多目的遺伝的アルゴリズム (Multi-Objective Genetic Algorithm : MOGA) が注目を集めている [1]。また近年では、計算機の性能向上にともない、MOGA の工業分野への応用に関する研究も報告され始めている [1][2]。これら実問題においては、MOGA を適用して単にパレート解を得るだけでなく、得られたパレート解集合から評価値と設計変数との物理的関係に関する解析を行うことや、設計者にとって有益な知見を抽出することも重要な課題となっている。本稿では、多目的最適化問題の実問題として、JAXA(宇宙航空研究開発機構) から提供・公開されている、ハイブリッドロケットエンジンの概念設計最適化問題 [3] を対象問題として扱う。本稿では、得られたパレート解集合における、評価値と設計変数との関係について、評価値空間における個体間の近傍関係を考慮した、設計変数空間における個体間類似性の可視化手法 [4] を用いて解析する。本手法により、評価値の近さを考慮した上で、設計変数間の類似性を視覚的に把握することが可能となる。

2 パレート解可視化手法 [4]

本手法では、測地距離の概念を用いて、評価値空間における個体間の類似性を、設計変数空間における個体間距離に反映させ、Isomap[5]を用いて可視化を行う。Isomapは、測地距離により定義されたデータ間の距離行列を求め、多次元尺度構成法 (Multi Dimensional Scaling : MDS) を用いてデータの類似性を可視化する。

通常の Isomap では、元空間内に存在する多様体に沿って測地距離を求め、可視空間上にそれら距離関係を展開するが、本手法では、近傍関係を“評価値空間”で定義し、それにより結ばれたリンク情報に基づいて、“設計変数空間”の距離を用いて測地距離を計算するという点が特徴的である。

3 実験

得られたパレート解集合に上記の手法を適用し、得られた可視化結果について、設計変数 V_4 (燃焼時間) によるグラデーションを付けたものを図1に示す。図のグラデーションは、 V_4 (燃焼時間) が大きいほど赤色、小さいほど緑色で示されている。図1において、分布上部から下部にかけて、対象とする3つの目的関数に対する全ての評価値が、大→小と分布していた (Obj_1 : 最大化, $Obj_2, 3$: 最小化)

図より、個体の分布にいくつかの分岐構造が見られることがわかる。この特徴に影響を与えている設計変数に注目したとき、図1より、燃焼時間 (t_{burn}) について、グ

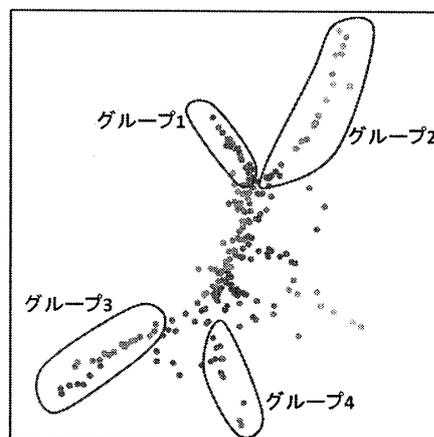


図1 可視化結果 (燃焼時間によるグラデーション)

グループ1と3は比較的大きな値を持ち、グループ2と4は小さな値を持っていることがわかる。すなわち、グループ1と2、グループ3と4の分岐は設計変数の一つである燃焼時間 (V_4) によって生じたことがうかがえる。

4 おわりに

本稿では、評価値空間における個体間の近傍関係を考慮した、設計変数空間での個体間の類似性を可視化する手法を用いて、パレート解の特徴を解析した。本可視化手法を用いることで、評価値空間における近傍関係と、設計変数空間における近傍関係を同時に考慮した可視化を行うことができ、得られたパレート解の特徴を把握することができることを示した。今後は、得られた知見の探索へのフィードバックや、他の問題への適用などを行っていく予定である。

参考文献

- [1] K. Deb: Unveiling Innovative Design Principles By Means of Multiple Conflicting Objectives, Engineering Optimization, Vol.35, Report # 2002007, pp.1-6, 2003
- [2] 大林茂: 航空機の多目的最適設計, 人工知能学会誌, Vol.18, pp.495, 2003
- [3] 小杉幸寛, 大山聖, 藤井孝蔵, 金崎雅博: ハイブリッドロケットエンジンの概念設計最適化, 宇宙輸送シンポジウム, STCP-2009-75, 2010
- [4] 工藤文也, 吉川大弘: 評価値空間情報を利用した設計変数空間の可視化手法の多目的実問題への応用, 進化計算シンポジウム 2011, pp.111-116, 2011
- [5] Ali Ghodsi: Dimensionality Reduction A Short Tutorial, Department of Statistics and Actuarial Science, University of Waterloo, Vol.41, pp.15-16, 2006