

多目的進化計算における設計変数の削減方法に関する研究

北田来人 (藤井 孝藏 教授, 立川 智章 准教授, 松尾 裕一 教授, 浅田 健吾 助教)

1 はじめに

進化計算は数値最適化, 組合せ最適化, 制約最適化など様々な場面で利用されている. それに伴い実問題においても進化計算が利用され, 限られた計算回数で, 設計変数の数が莫大な多目的最適化問題を解くことは強く求められている. 例えば, 車体設計情報抽出に適した多目的可視化に関する研究 [1] では車体の部品を設計変数として用いる際に, 200 以上の設計変数が使用された. また, 空気力学の形状最適化問題での設計変数は何千もあると記載 [3] されている. 多目的進化計算には計算コストの増加, 最適化の遅延が起こる代表的な 3 つの課題を紹介する. 1 つ目の課題として目的関数の数が増大することで, 解同士が支配関係を有することが難しくなり (例えば目的関数の数が 20 を超え始めると, 1000 個の解を用意してもパレート最適解がほぼ存在しなくなる [4]) 今でも幅広く利用, 拡張される進化計算手法の NSGA-II などパレート支配に基づく多目的進化計算を困難にすること. 2 つ目の課題として多数の制約条件を部分的にしか満足できない場合や, 厳しい制約条件を満足できない場合など, 制約条件が原因で最適化を困難にすること. 3 つ目の課題として設計変数の数が膨大になることで, 最適化を困難にすること. 図 1.1 は横軸を関数評価回数 NFE, 縦軸を関数評価回数ごとの多目的最適化の評価指標であるパレートフロントの IGD (値が小さいほど収束性と多様性に優れている最適化問題の指標) の推移図である. 計算条件は設計変数の数以外, 等しくしており設計変数の数を 40, 200, 1000 の場合に分けている. 計算条件は設計変数の数以外, 等しくしており設計変数の数を 40, 200, 1000 の場合に分けている.

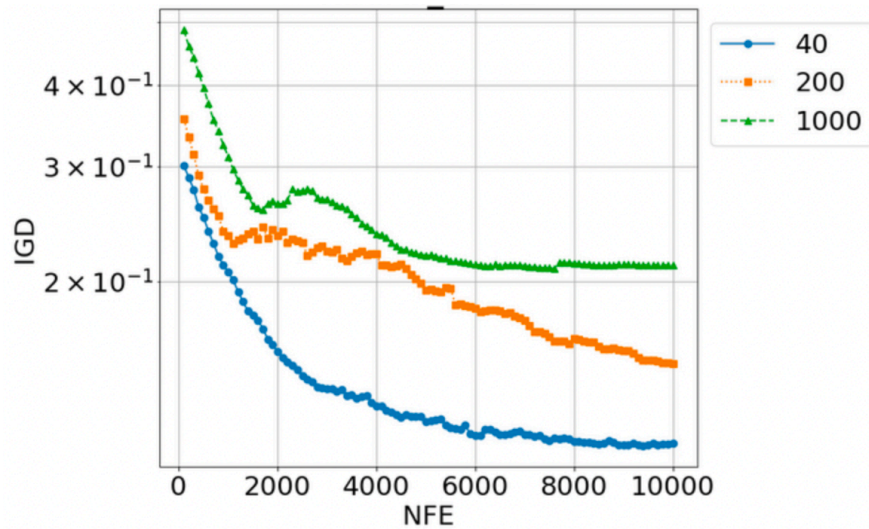


図 1.1 設計変数の違いによる評価値の推移図

図 1.1 において設計変数の数が多いほど最適化が進みにくくなっているのがわかる。以上の課題に対し、1つ目の課題に関しては目的関数の削減をするアプローチ [5] やパレート支配の概念を拡張して解集団をより細かいところまでみて優劣付けするアプローチ [6] などのさまざまな研究が行われている、2つ目の課題に関しても例えば、第一段階で全ての制約条件を満たす解を差分進化で抽出し、第二段階でその領域内で制約条件をより多く満たす上位 $x\%$ (x はユーザが決める基準値) の解を局所探索アルゴリズムで見つける [7] このような2段階探索などの工夫を行い多数目的かつ強制制約問題の最適化に対応でき始めている。しかし3つ目の課題、設計変数の数が膨大な場合においては未だ不十分であり、最適化手法に改善の余地がある。ゆえに本研究では膨大な数の設計変数をもつ問題に対して、効果的な方法を提案することを目的とする。

2 主成分分析を用いた次元削減法

本研究では膨大な数の設計変数を主成分分析を用いてグルーピングを行い、グルーピングを行った複数の解を良い解を求められる方向にまとめて進化させ、膨大な設計変数すなわち高次元の設計変数空間をもつ多目的最適化問題を低次元のものへと擬似的に表し、効率的に解くことを目的とする。

2.1 主成分分析について

2.2 進化計算における主成分分析を用いた設計変数の次元削減の適用

3 結果と考察

4 終わり

参考文献

- [1] 多田 春樹, 藤井 孝藏, 立川 智章, . ”車体設計情報抽出に適した多目的可視化に関する研究”
- [2] 鐘 睿, 高木 英行. ”大規模最適化問題へのスパースモデリング導入”
- [3] Chai T, Jin Y, Sendhoff B, ”Evolutionary complex engineering optimization” Opportunities and challenges. IEEE Computational Intelligence Magazine 2013, 8(3):12-15.
- [4] 佐藤 寛之, 石淵 久生. ”進化型多数目的最適化の現状と課題”
- [5] K. Deb and K. Saxena. ” “Searching for Pareto optimal solutions through dimensionality reduction for certain large-dimensional multi-objective optimization problems,” In Proceedings of 2006 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2006), pp. 3353 – 3360, 2006.”
- [6] H. Sato, H. Aguirre and K. Tanaka, “Controlling dominance area of solutions and its impact on the performance of MOEAs,” In Proceedings of 2007 Evo
- [7] 余 俊, 高木 英行, “強制約条件付き最適化問題の 2 段階探索”