

MOiGA における人の嗜好軸の抽出手法

小林 祐介

1 はじめに

人の感性情報を用いて最適化を行う研究の一つに対話型遺伝的アルゴリズム (interactive Genetic Algorithms:iGAs)^{?)} が存在する. iGA では, 人が遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA)^{?)} における評価の部分に置き換わることで最適化を行う手法である. 通常, この iGA を行う際, 人はその選択肢が目的に沿う度合いで評価を判断している. 例えば, 人が服を購入する場合, その服がどの程度好みに合うかを判断している. しかし, この「好み」という嗜好には, 「かっこよさ」や「さわやかさ」など複数の判断基準が存在し, それらの判断基準が最終的な決定に大きく影響を与えている場合が存在する^{?)}. これらの判断基準をそれぞれ目的とみなすことで, 各判断要素を同時に顧慮し最適化を行う多目的最適化問題として扱うことが可能となる.

iGA を多目的最適化問題に適用させた手法として多目的対話型遺伝的アルゴリズム (Multi-Objective interactive Genetic Algorithm:MOiGA) が存在する^{?)}. 従来の MOiGA では, 設計者があらかじめユーザの嗜好の目的軸を設定し, その軸を基に最適化を行う手法を提案してきた. 本研究では, MOiGA において, 自動的に人の嗜好における目的軸の抽出を行うことを目的とし, 目的軸の抽出手法を考案する.

2 多目的対話型遺伝的アルゴリズム

2.1 対話型遺伝的アルゴリズム

対話型進化計算法 (Interactive Evolutionary Computation:IEC) の一つである iGA は, GA のうち評価の部分人間が行うことによって解の探索を進める. その際ユーザがシステムによって提示された個体に与える評価は, ユーザの嗜好を反映したものであるため, 従来の GA に比べ, 人の感性という複雑な構造の解析により適しているといわれている^{?)}. そのため, 計算機だけでは解くことの出来ない設計デザインなどの最適化問題へと適用されており, ユーザの主観的評価を目的関数とした単一目的最適化問題において良好な解を探索するアプローチとして知られている.

2.2 多目的最適化問題

多目的最適化問題とは, 複数の評価基準のもとで最適解を求める問題である. これは, n 個の設計変数を扱う k 個の目的関数 $\vec{f}(\vec{x})$ を, m 個の制約条件 $\vec{g}(\vec{x})$ のもとで最小化 (最大化) する問題として式 (??) のように定式化される^{?)}.

$$\begin{cases} \min & \vec{f}(\vec{x}) = (f_1(\vec{x}), f_2(\vec{x}), \dots, f_k(\vec{x}))^T \\ \text{subject to} & \vec{x} \in X = \{\vec{x} \in R^n \\ & | g_i(\vec{x}) \leq 0, (i = 1, \dots, m)\} \end{cases} \quad (1)$$

しかし, 一般的な多目的最適化問題では, 各評価基準がトレードオフ関係にあることが多く, そのような場合には唯一となる最適解は得られない. そのため, 多目的最適化では, パレート最適解集合という概念を用いて探索を行う. パレート最適解集合とは, 実行可能領域内の他のどの解にも劣らない解集合であり, パレート最適解集合を求めることが多目的最適化の目的である.

2.3 複数の質的目的を考慮した MOiGA 概要

本研究では, ユーザの複数の主観的評価を同時に考慮して最適化する多目的最適化問題を取り扱う. iGA に多目的 GA の手法を適用したアルゴリズムである MOiGA を用いる. 例えば, 人が服を購入する場合, 「かわいさ」や「かっこよさ」等の複数の評価基準により購入を検討している^{?)}. この複数の評価基準にはトレードオフ関係にある場合が存在する. Fig. ?? に, 複数の質的評価を用いた MOiGA のフローチャートを示す.

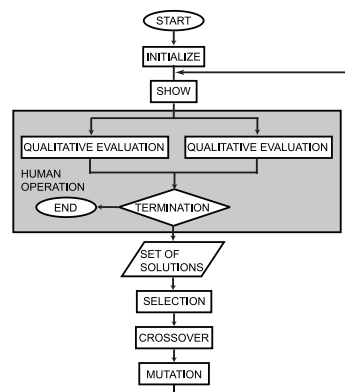


Fig.1 MOiGA フローチャート

Fig. ?? に示された様に, 複数の主観的評価を用いた MOiGA では, ユーザが複数の評価を行ってきた. これにより, ユーザの判断基準を最適化に組み込むことが可能となり, ユーザの主観に合った多様性のある解集合を導出できると考えられる.

3 多目的対話型遺伝的アルゴリズムにおける目的軸の抽出

従来の MOiGA では, 各目的を設計者が設定し, その目的に沿って被験者は評価を行っていた. しかし, あらかじめ設計者が目的を設定するのではなく, 探索に従いユーザの嗜好に合わせた目的軸を抽出することで新たな嗜好が発見できると考えられる. そこで, 本

研究では、自動的に目的軸を抽出し、最適化を行う手法を考案する。本手法では、多基準意思決定法 (Multi Criteria Decision Making: MCDM) の一つである階層分析法 (Analytic Hierarchy Process: AHP)^{?)} の一対比較法を用いることで目的軸の抽出を行うことを考える。

3.1 AHP

AHP とは、階層構造を構築し、その中で評価基準や代替案に対して一対比較により評価を行うという特徴を持つ手法である^{?)}。AHP は、人間の感性などの数値化できない対象の数値化や最終的な意思決定に使用されている。

Fig. ?? に階層構造の例を示す。ここでは、最終目標を Z 、評価基準を $1 \sim m$ 、代替案を $1 \sim n$ で示している。

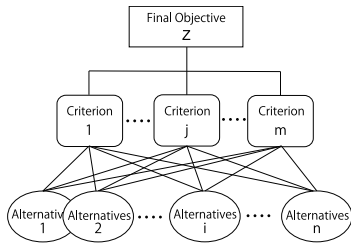


Fig.2 階層構造の例

このような階層構造において、各代替案について評価基準を基に総当たりに評価を行う。その結果として、代替案 k に対して代替案 j の重要度を比べた一対比較値を w_j/w_k と表す場合、式 (??) に示すような一対比較行列を得ることができる。

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_j & \cdots & w_1/w_m \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_j/w_1 & \cdots & w_j/w_j & \cdots & w_j/w_m \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_m/w_1 & \cdots & w_m/w_j & \cdots & w_m/w_m \end{bmatrix} \quad (2)$$

この一対比較行列 A の行方向に幾何平均を取り、その幾何平均の総和で各行の幾何平均を除することで評価基準の重み E_j を算出することが可能である。式 (??) に重み E_j を算出する式を示す。

$$E_j = \sqrt[m]{\prod_k w_j/w_k} / \sum_{j=1}^m \sqrt[m]{\prod_k w_j/w_k} \quad (3)$$

この E_j と w_j/w_k を基に代替案 i の評価得点 R_i を計算する式を式 (??) に示す。

$$R_i = \sum_{j=1}^m E_j w_j/w_k \quad (4)$$

これにより、各代替案を順位付けし、各代替案の中から最終目的を選定する手法である。

3.2 目的軸の抽出手法

??節で示した AHP において、一対比較に矛盾が生じる場合が存在する。例えば、ある目的に対して、代替案 A, B, C が存在し、以下に示す様に一対比較が行われた場合、代替案 A, B, C において矛盾が生じているという。

- A は B より良い
- B は C より良い
- C は A より良い

この場合、代替案 A, B, C の優越はつけることができない。つまり、代替案 A, B, C は互いに劣らない解であるということができる。このような状況が生じる場合、新しい軸を生成することで、Fig. ?? に示す様に目的関数空間上に解をプロットすることが可能となると考えられる。

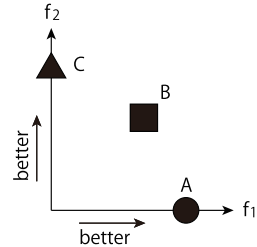


Fig.3 目的軸の抽出結果

4 まとめ

従来の MOiGA では、複数の主観的目的を設計者が設定し、それらの目的に対してユーザは評価を行い、最適化を行っていた。本研究では、MOiGA において、複数の主観的目的を自動的に抽出するアルゴリズムを考案した。今後は、AHP を MOiGA に適用する際の問題点について、目的軸抽出後の目的関数空間上へのプロット方法など、多くの検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) Hideyuki Takagi. Interactive evolutionary computation: Fusion of the capabilities of ec optimization and human evaluation. Proceedings of IEEE, 2001.
- 2) D.E. Goldberg. Genetic algorithms in search optimization and machine learning. Addison-Wesley, 1989.
- 3) M Zeleny. Multiple criteria decision making. McGraw-Hill, 1982.
- 4) 小林祐介, 廣安知之, 佐々木康成, 田中美里, 三木光範, 横内久猛. 多目的対話型遺伝的アルゴリズムにおける評価部の検討. MPS76, 2009.
- 5) 坂和正敏. 離散システムの最適化. 森北出版, 2000.
- 6) T.L. Saaty. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, 1980.