

多目的最適化グループ 研究概論
金美和

1 はじめに

実社会における意思決定には多くの場合、評価基準が複数存在する。例えば、下宿先を決めるためには家賃の安さや築年数、部屋の広さなど、様々な基準のもとで物件を評価する。しかし一般に、新築 10 畳のワンルームを一万円で借りるのは不可能なように、複数の基準は互いにトレードオフの関係にある場合が多い。そのため、最適な解を決定するにはある程度の妥協が伴う。このように互いに競合する複数の目的のもとで、目的間のトレードオフ関係を明確にしながら合理的な解を求める問題を多目的最適化問題という。

本研究グループでは、上記のような多目的最適化問題に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) を適用した多目的 GA の研究、および多目的 GA によって得られた解集合から、任意数の解選出を行う際の意思決定支援システムの研究を行っている。本論ではまず、研究対象である多目的最適化問題について述べ、研究内容および予定されている共同研究について紹介する。

2 多目的最適化問題

多目的最適化問題は、 k 個の互いに競合する目的関数 $f(x)$ を、 m 個の不等式制約条件のもとで最小化する問題と定式化される¹⁾。多目的最適化では目的関数が複数存在するため、ある目的関数の値を改善するためには、少なくとも他の 1 つの目的関数の値を改悪せざるを得ないような、パレート最適解という解の概念が導入されている。

Fig. 1 に、2 目的最小化問題におけるパレート最適解の例を示す。図中の網掛け部分は解の取り得る実行可能領域であり、点はパレート最適解である。

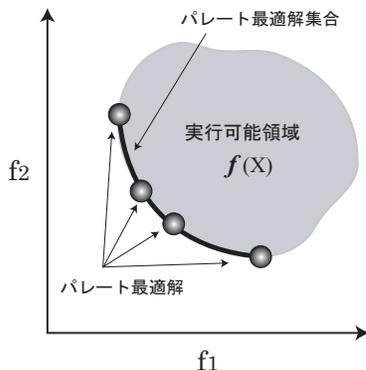


Fig. 1 パレート最適解集合

一般に多目的最適化問題では、パレート最適解は集合として存在する。そのため現実の意思決定においては、パレート最適解集合の中から意思決定者 (Decision Maker: DM) の嗜好を反映した解を選出しなければならない。このように DM によって選択される解を「選好解」あるいは「妥協解」と呼ぶ。

3 多目的最適化

選好解を求める手法として、DM の嗜好を定量化し、単一目的問題に置き換えることによって選好解を求める方法が提案されている。しかしながら、パレート最適解を集合として求め、目的関数間のトレードオフを把握した上で選好解を決定する方が、より意思決定者の嗜好が反映されると考えられる。そのため多目的最適化問題では、パレート最適解を集合として求めることが一つの目標となる。

3.1 多目的遺伝的アルゴリズム

パレート最適解集合を求める手法として、多目的最適化問題に GA を適用した多目的 GA の研究が数多く報告されている。その理由は GA が多点探索であり、一度の探索でパレート最適解集合が求まることにある。多目的最適化問題 (2 目的) における GA の概念を Fig. 2 にしめす。ただし図中の i は GA における世代数とする。

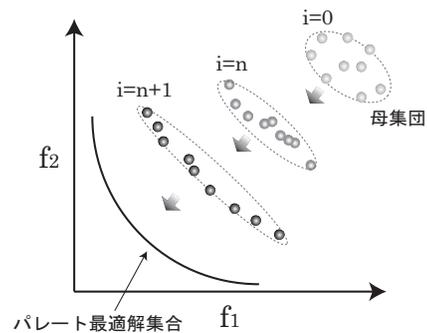


Fig. 2 多目的 GA の解探索過程

3.2 多目的遺伝的アルゴリズムの研究

多目的 GA において重要となる要素は以下の二点である。

- 真のパレート最適解に、より接近した解を求める。

- 解空間上に解集合が広範囲かつ均等に分布している。

本研究グループの大きな柱は、これらの要素を満たすような多目的 GA の研究である。

4 選好解の決定

一般に多目的最適化問題のパレート最適解は無数個の点からなる解集合を形成するため、現実の意思決定においては DM の嗜好を反映した一つの解を選出しなければならない。しかし多目的 GA の目標は、精度の良い多様な解（非劣解）を得ることであるため、複数の非劣解の中から選好解を決定する方法は示されていない。

そこで本研究グループでは、得られた非劣解集合の中から選好解候補となる少数の解を DM に提示する意思決定支援システムの研究を行っている。

4.1 解の合理性

提案するシステムでは解の合理性に着目し、非劣最適解集合の中から、より合理的な解を選好解候補として提示する。本研究における合理性の概念について、Table 1 に示す 3 つの物件を例に説明する。ただし評価基準は、家賃の安さと物件の新しさである。

Table 1 物件の家賃と築年数

物件	家賃	築年数
物件 A	¥45000	15年
物件 B	¥57000	10年
物件 C	¥58000	1年

この 3 つの物件は非劣解である。しかし、物件 A を基準に物件 B と物件 C を比較すると、物件 B は改悪した家賃に対する築年数の改善の割合が、物件 C に比べて小さい。よって物件 B が物件 C よりも良い解であるとは考えにくい。すなわち、物件 C は物件 B より合理的な解であると考えられる。

提案システムで用いる手法は、このような合理性の概念に基づき、解集合の中からより合理性の高い解を選好解候補として抽出している。

4.2 意思決定支援システムの研究

提案するシステムは、 α -domination 戦略を用いて、得られた非劣解集合の中から合理性の高い解を抽出する。 α -domination 戦略とは、解の優越領域をパラメータ α によって決定するものである²⁾。Fig. 3 に 2 目的最小化問題における従来の優越関係と、 α -domination 戦略を用いた場合の優越関係の概念図を示す。Fig. 3 に示すように、 α -domination 戦略を用いた場合、任意の解 X

の優越領域はパラメータ α ($0 \leq \alpha < 1$) によって定められ、その領域に含まれる解は解 X に優越される。

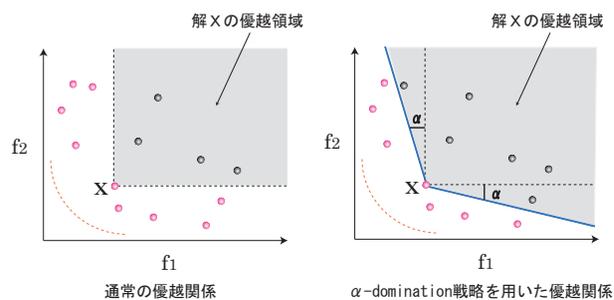


Fig. 3 解の優越関係

α -domination 戦略の特性から、解の優越条件をパラメータ α の値によって緩めた場合においても、他のどの解にも優越されない解は合理性の高い解であるといえる。そこで提案システムでは、 α -domination 戦略のパラメータ α を変化させることによって、どの解にも優越されない解を抽出する。また、多様な選好解候補を提示するために、解を抽出することに抽出された解を基準に非劣解集合を分割し、要素数の多い解集合から抽出される解に、より良い評価値を与える。

5 共同研究

2003 年度、本研究グループでは企業との共同研究がいくつか予定されている。以下に各共同研究について簡単に紹介する。

東芝

世界で行われている研究を調査し、制約条件の取り扱いを検討する。連続最適化問題と組み合わせ最適化問題の融合や、多目的 GA によって得られた解集合の可視化が研究内容となる。

東邦ガス

コ・ジェネレーションシステムにおける多目的最適化の研究を行う。コ・ジェネレーションシステムとは、ガスエンジンで発電機を駆動して電力を供給し、同時に排ガスやジャケット冷却水から廃熱を回収して冷暖房・給湯などに利用するシステムのことである。

エンジニアスジャパン

市販最適化ソフト「iSIGHT」に組み込む多目的 GA の実装を行う。エンジニアスジャパンとは、GA グループが共同研究を進めており、すでに GA の実装が行われた。

参考文献

- 坂和正敏, 田中雅博. "遺伝的アルゴリズム". 朝倉書店, 1997.
- K.Ikeda, H.Kita, and S.Kobayashi, Failure of Pareto-Based MOEAs, Dose Non-Dominated Really Mean Near to Optimal? Congress on EC pp.957-962, 2001