多目的遺伝的アルゴリズムの選択手法における解への影響

the Effect of Solution by Selection Methods in Multi-Objective Genetic Algorithms

岡田 靖男
Yasuo OKADA

Abstract: Today the most general method in multiobjective genetic algolism is the method of ranking and some selection methods.These methods was researched and compared many times, but only two selection methods was compared, and some methods was not compared at the same time. Now in this paper some methods is compared at same time.

1 はじめに

近年，多目的最適化問題に関する研究は盛んに行われており，多目的最適化問題は自然界の生物の進化をもとに開発された遺伝的アルゴリズムを用いてとかれることが多い．これらの研究は一般に多目的 GA と言われ，Schaffer らの VEGA(Vector Evaluated Genetic Algorthms) に始まり，Goldberg のランキング法や Fonseca らの MOGA などが代表的な研究としてあげられる．

しかし，多目的 GA のこれまでに提案された手法の多くは，対象とする問題に何らかの形で特化しており，定量的な各手法の比較は十分に行われていない．

そこで，本論文では多種選択手法の比較を行う．

2 多目的最適化問題

多目的最適化問題（Multiobjective Optimization Problems，MOPs）とは「複数個の互いに競合する目的関数を与えられた制約条件の中で最小化する問題」と定義される．多目的最適化問題では，目的関数間にトレードオフがあり，解は単一ではなく複数の解集合となっている．一般に，これらの解集合はパレート最適解集合と呼ばれる．多目的最適化では，パレート最適解集合を得ることが一つの目標となる [1]．パレート解の概念図を Fig. 1 に示す．

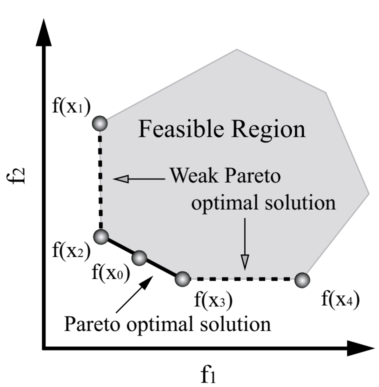

Fig. 1 Pareto Optimal Solution

3 選択手法

本論文では，複数の数値計算例を通じて次の 6 種類の選択手法の比較を行った．

- ルーレット選択
- ルーレット選択＋パレート保存戦略
- ルーレット選択＋シェアリング
- ルーレット選択＋パレート保存戦略＋シェアリング
- パレート・トーナメント法
- VEGA(Vector Evaluated Genetic Algorthms)

以下にそれぞれの手法の特徴を述べる．

ルーレット選択

ルーレットを個体の適応度に応じた領域に分割し，次世代の個体をこのルーレットによって決める手法.

パレート保存戦略

各世代での個体群中のパレート最適個体（ランク 1 の個体）のみを全て次世代へ強制的に残す手法．単目的でのエリート保存戦略に対応するもの.

シェアリング

得られた解に偏りが生じないように，解をパレート最適解集合上により広範囲にかつ均等に分布させるために手法.

パレートトーナメント法

個体集合から適当な数の個体を抽出し，この中から 1 つを選択するという操作をM回繰り返す手法

VEGA

個体集合を目的関数の数に等しい部分個体集合に分割し，各目的関数値に応じて独立に個体を選択してそれぞれの部分個体集合を生成する手法.

4 適用例題

適用例題としては次の 2 種類をもちいた.

- **テスト関数** パレート最適個体が非凸型の最小化問題（玉置らが提案）
- **京都観光問題（Kyoto Traveling Tourist Problem：以下 KTTP）** 巡回セールスマン問題を多目的化した問題（近藤らが提案）

以下に本発表で用いた適用例題の概略を示す.

4.1 テスト関数

テスト関数は玉置らが提案した例題で，パレート最適解が非凸型となっている単純なテスト関数である．以下にこのテスト関数の目的関数と制約条件を示す.

目的関数

$$\begin{aligned} f_1 &= 2\sqrt{x_1} \\ f_2 &= x_1(1-x_2)+5 \end{aligned} \tag{1}$$

制約条件

$$\begin{aligned} 1 \le x_1 \le 4 \\ 1 \le x_2 \le 2 \end{aligned} \tag{2}$$

4.2 京都観光問題

京都観光問題は巡回セールスマン問題（以下 TSP）を多目的化したものである．TSP の従来からの距離という目的に巡回する都市数という目的を加え，2 目的の問題としての定式化を試みた．また，京都観光問題の地理的データとして，本研究では京都市内の寺や神社を用いた.

4.2.1 問題の定式化

京都観光問題へのアプローチ方法について説明する．京都観光問題では以下の 2 つの目的関数を考える.

$$f_1 = Total\ distance \tag{3}$$

$$f_2 = 1/(The\ number\ of\ temples) \tag{4}$$

京都観光問題を解く上で，あらかじめ訪れる寺，神社は決定しておく．今回は最大 10 箇所，最低 2 箇所訪れるものとした．その際の各寺，神社の配置を実際の地図を元に南北を y 軸，東西を x 軸とし，京都駅を (0,0)，スタート地点およびゴール地点とした.

5 数値実験結果

紙面の都合上以下に適用例題における，ルーレット選択，ルーレット選択にパレート保存戦略を加えたものの結果のみを示す．テスト関数での結果を Fig.2 に，京都観光問題での結果を Fig.3 に示す.

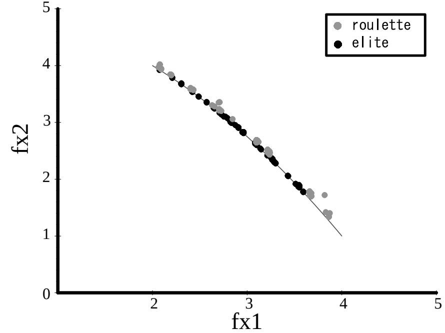

Fig. 2 Result of Example1 in Roulette and Elite

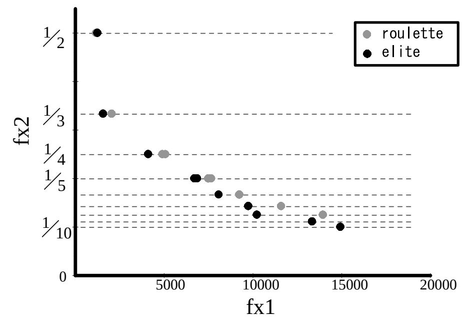

Fig. 3 Result of KTTP in Roulette and Elite

6 結果と考察

テスト関数，京都観光問題ともにルーレット選択のみを用いた場合に比べて，パレート保存戦略を用いた場合でのほうが良好な解を得ることができた．特に京都観光問題について，ルーレット選択の結果では観光場所数 9，観光場所数 10 での解が得られていないのにたいして，パレート保存戦略を用いた場合では観光場所数 9，観光場所数 10 での解が得られている事がわかる.

これはパレート保存戦略では常にランク 1 の解を次世代に残していくためであり，つまりパレート保存戦略を用いると広い範囲でのパレート解を得ることができる事がわかる.

7 おわりに

本発表では，TSP を多目的化した離散問題としての京都観光問題に適用し，その有効性の検証を行った．その結果，京都観光問題のような離散問題においてもある程度良好な解を得ることができた．また選択手法としてはパレート保存戦略が有効であることも分かった.

参考文献

1) 玉置 久，森 正勝，荒木 光彦: 遺伝的アルゴリズムを用いたパレート最適解集合の生成法, 計算自動制御学会論文集，Vol.31,No.8,P1185-1192,1995.

2) 山本 芳嗣，久保 幹雄: 巡回セールスマン問題への招待, 朝倉書店，1999.