

# 多目的最適化問題のための多目的 GA と単一目的 GA の分散協力型モデル

Distributed Cooperation model of MOGA and SGA for Multiobjective Optimization Problems

正 廣安 知之 (同志社大工) 正 三木 光範 (同志社大工)  
学 奥田 環 (同志社大院) 学 渡邊 真也 (同志社大院)

Mitsunori MIKI, Doshisha University, Tatara Miyakodani 1-3, Kyo-Tanabe, Kyoto  
Tomoyuki HIROYASU, Doshisha University, tomo@is.doshisha.ac.jp  
Tamaki OKUDA, Graduate School of Engineering, Doshisha University  
Shinya WATANABE, Graduate School of Engineering, Doshisha University

In this paper, a new algorithm of Genetic Algorithm for Multi objective Optimization Problems, called Distributed Cooperation model of MOGA (DCMOGA), is proposed. In the proposed algorithm, there are some sub populations. One of them is finding a Pareto optimum set and the other is finding an optimum solution of one of objectives. These sub populations sometimes exchange their searching information respectively. The proposed algorithm is applied to three types of knapsack test problems. Comparing to the conventional multi objective optimization methods, the proposed model found the good and widespread Pareto solutions.

*Key word:* Multiobjective Optimization Problems, Evolutionary Computation, Genetic Algorithms,

## 1 多目的遺伝的アルゴリズム

一般に, 多目的最適化問題は下記のように定式化できる. すなわち次式で表せる制約条件

$$g_i(x) \leq 0 \quad (1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

を満足し, 複数の目的関数  $f_i(x)$  が

$$\min[f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)] \quad (2)$$

となるような設計変数  $X \in \mathcal{F}$  を求める問題

多目的最適化問題においては, 目的関数間にトレードオフの関係がある場合, 唯一の最適解を得ることは難しく, パレート最適解集合を探索することが一つの目標となる.

近年, 多目的最適化問題に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) を適用する, 多目的 GA に関する研究が数多く行われている<sup>1, 2)</sup>. その理由は, GA が多点探索であり, 一度の探索でパレート解集合が求まることにある.

一般的に多目的 GA では, 解の優劣関係に基づいてランクを定めるパレートのランキング法を用い, 多目的性を明示的に扱いつつ, パレート解の探索を行う. 多目的 GA において, 得られた解が解空間上の広範囲かつ真のパレート解付近に求まっていることは最も重要な要素といえる. しかし, 目的関数空間が大きくなるにつれて, このようなパレート最適解を求めることが困難になる.

## 2 分散協力型モデル

前節の問題に対して本研究では, 明示的な解の広がりを持ったパレート最適解の探索を目的とし, 各目的関数の最適値の探索とパレートのフロントの前進を同時に行う多目的 GA と単一目的 GA の分散協力型モデル (Distributed

Cooperation model of MOGA and SGA: DCMOGA) の提案を行う.

DCMOGA では多目的 GA を行う従来の個体群 (MOGA 個体群) と, 各目的関数における最適解を探索する個体群 (SGA 個体群) を用いてパレート最適解の探索を行う. すなわち, 目的関数数+1 の個体群が存在する.

まず, それぞれの個体群が独立して探索を行う. 一定の評価計算回数後, SGA 個体群と MOGA 個体群は個体情報を送受信し, この操作を移住と呼ぶ. 移住では, 目的関数  $F_i$  の探索を行う SGA 個体群が, 個体群内の最適解  $I_S$  を MOGA 個体群に送信し, MOGA 個体群は, 群内で  $F_i$  の最良値を持つ最適解  $I_M$  を送信する. この際, 目的関数  $F_i$  の  $I_S$  の値が  $I_M$  よりも優る場合,  $F_i$  を探索する SGA 個体群における次回の移住までの評価計算回数を減少させ, MOGA 個体群の評価計算回数を増加させる. この操作はすべての SGA 個体群と MOGA 個体群間で行う. これにより, 解探索が進んでいない個体群の評価回数が増加し, 他個体群の評価回数が減少する. 本手法の 2 目的の場合の概念図を図 1 に示す.

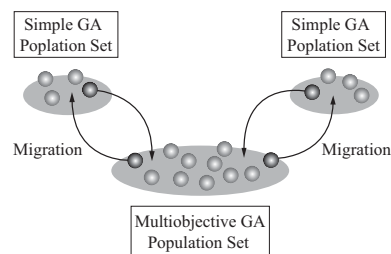


図 1: DCMOGA

DCMOGA は並列処理に拡張可能である. しかしながら, 上記のアルゴリズムでは, 移住を行う際に同期をとる必要がある. 各個体群の移住までの評価計算回数は毎回

変化し、評価計算回数、評価計算時間は各個体群によって異なるため、ロードバランスが悪いという問題が生じる。そこで、評価計算回数を変化させるのではなく、MOGA 個体群や SGA 個体群をそれぞれ複数個用意し、個体群の役割を変化させる、つまり、MOGA 個体群が SGA 個体群に変化する。またはその逆の変化をするようなモデルを使用する必要がある。

### 3 数値実験

本研究では、提案する DCMOGA を実際に幾つかの対象問題に適用し、従来手法との比較を通じて DCMOGA の有効性の検証を行う。従来手法として、パレートランキング法に、パレート保存戦略を組み合わせたもの（以下: MOGA）を用いる。対象問題には、多目的 0/1 ナップサック問題を用いている<sup>3)</sup>。この問題は、重さと利益を持つ荷物のセットから利益が最大になる荷物の組み合わせを求める問題である。本研究では、荷物数の異なる 3 つの問題を対象とし、荷物数が増加するに従って問題の難易度も増す。

#### 3.1 GA パラメータ

数値計算で使用したそれぞれの手法における GA パラメータを表 1 に示す。

表 1: Used Parameter in Knapsack Problems

	MOGA	DCMOGA	
		SGA	MOGA
Population Size	200	4	200
Crossover Rate	1.0		
Mutation Rate	0.01	1/L	0.01

L:染色体長

#### 3.2 数値実験結果

10 試行の内、最も平均的と思われるパレート最適解集合のプロット図を図 2、図 3、図 4 に示す。得られた結果は以下の通りである。

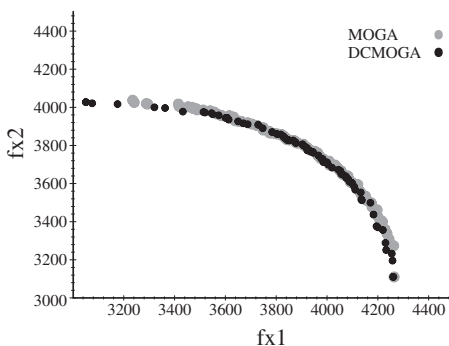


図 2: Knapsack items 100

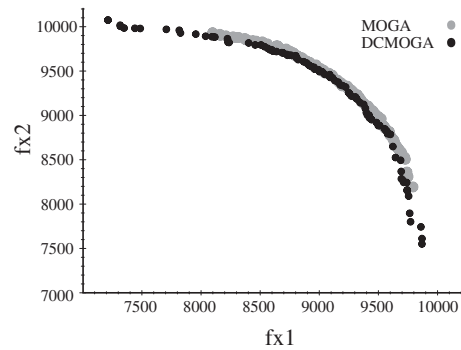


図 3: Knapsack items 250

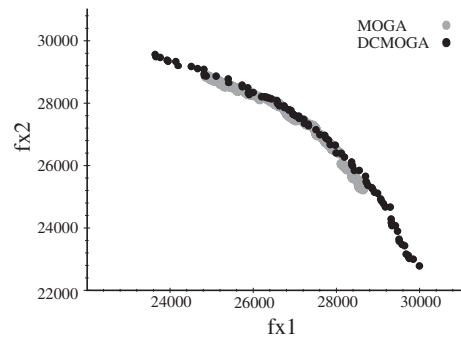


図 4: Knapsack items 750

- DCMOGA がより広範囲に分布するパレート最適解を得られている。
- 特に、1 つの目的関数値が良い（パレート解集合の両端）パレート解が求まっている。
- 対象問題が難易度が増加しても、広範囲に分布するパレート最適解を得られている。
- 対象問題が容易な場合には、MOGA でも幅広く分布するパレート最適解が得られた。
- 両手法において精度は、ほぼ同等である。

このように提案した DCMOGA は、従来型の MOGA と比較して非常に優れたモデルである。

#### 参考文献

- 1) 廣安知之, 三木光範, 渡邊真也. 領域分割型多目的遺伝的アルゴリズム. 情報処理学会論文誌, Vol. 41, .
- 2) J. D. Schaffer. Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms. In *Proceedings of 1st International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications*, pp. 93-100, 1985.
- 3) E. Zitzler and L. Thiele. Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 3, No. 4, pp. 257-271, 1999.