

# 多目的 GA におけるマスタースレーブ型並列モデルの提案

## A New Master Slave Model of Parallel Genetic Algorithms for Multi Objective Optimization Problems

渡邊 真也

Shinya WATANABE

**Abstract:** In this paper, we propose a new parallel genetic algorithm model for multi objective optimization problems. That is one of a master slave model. In the proposed model, a master process chooses two individuals randomly and sends to a slave process. In slave process, all GA operations (crossover, mutation, selection, evaluation, etc ...) are performed with two individuals. To clarify the characteristics and effectiveness of this model, the proposed model is applied to a knapsack problem. Through the numerical examples, it becomes cleared that this model is suited to parallel computers and can keep the diversity of the solutions.

### 1 はじめに

近年、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, 以下 GA) の持つ「集団による探索 (多点探索)」を行うという特徴に注目し、直接的に解集合を求めることを目的とした多目的 GA に関する研究が報告されその有効性が検証されている<sup>2, 1)</sup>。

一方、多目的 GA では複数の目的関数および制約条件の値を繰り返し評価するため、膨大な計算時間が必要となってしまう。このため、並列処理により計算時間を短縮することは重要な課題となる。

本研究では、より多目的の特性を考慮した新たなマスタースレーブ型並列モデルを提案しその有効性の検証を行った。適用問題としては代表的な多目的テスト問題であるナップザック問題を用いた。また、比較対照としては通常の SGA、並列モデルとして最も一般的な島モデル分散 GA (以下、DGA) を用いた。

### 2 New Master Slave Model

一般的なマスタースレーブモデルでは、マスターノードは基本的に個体評価以外の GA オペレータ全てを担い、スレーブノードは個体の評価のみに専念する。

しかし我々の提案する新たなマスタースレーブ型 GA では、基本的に GA オペレータは全てスレーブノードで行うため、マスターノードは個体の管理のみの役割を担っている。また、マスターノードでは付加的要素として、個体のランク付けのために必要な個体情報の集約と各ノードへの配信という作業を行っている。

本モデルの概念図を Fig.1 に示す。また、本研究では以降、本提案手法を NMS (New Master Slave model) と呼ぶことにする。

NMS における主な特徴を以下に示す。

- 1 プロセス数による影響が少ない。

- 2 GA オペレータは基本的に全てスレーブノードが行う。
- 3 従来のマスタースレーブモデルに比べマスタープロセスに対する負荷が軽い。
- 4 個体の棲み分けを実現することができる。

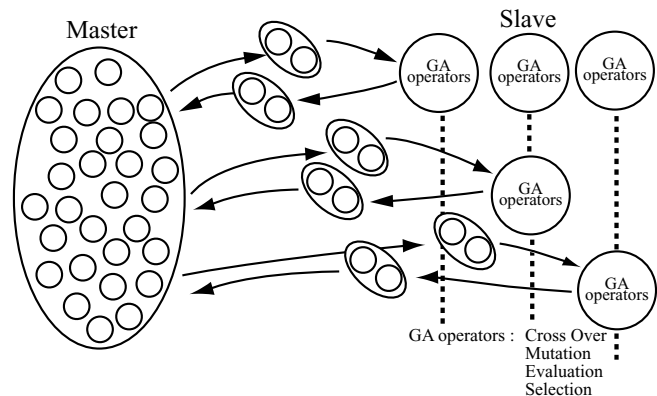


Fig. 1 New Master Slave Model

### 3 数値計算

#### 3.1 Knapsack problem

一般に、0/1 ナップザック問題は荷物 (item) のセットから成り立っている。各荷物には重さと利益が付随しており、上限制約としてナップザックの容量が規定されている。ナップザック問題における目的は、荷物全体を総和した利益が最大になるような荷物の組み合わせを見つけることである。

0/1 ナップザック問題は、対象とするナップザックおよびナップザックに付随する荷物のセットを複数にすることにより容易に多目的化することが可能である。多目的化された 0/1 ナップザック問題は多目的ナップザック問題と呼ばれ、多目的における多くの研究に用いられて

いる代表的なテスト関数の1つである<sup>3)</sup>。

尚、本研究では使用例題として100荷物2目的のナップザック問題を用いた。

### 3.2 適用手法とパラメータ

本実験では、単一島GA(SGA)、島モデル分散GA(DGA)、New Master Slabeモデル(NMS)の3つのモデルについて数値実験を行った。本実験で用いたGAオペレータを以下に示す。

- ・ 交叉方法：1点交叉
- ・ 選択方法：パレート保存戦略
- ・ 突然変異：ビット反転

また、用いたパラメータをTable1に示す。

パラメータ	値
個体数	100
交叉率	1.0
突然変異率	0.01
終了条件	400世代
移住率	0.1
移住間隔	10世代
島数	8

### 3.3 結果・考察

100個体を用いた場合におけるSGA,DGA,NMSの結果をそれぞれFig.2,3,4に示す。尚、図中における $F_1(x)$ , $F_2(x)$ はそれぞれ各ナップザックに詰め込まれた荷物の利益の合計値を表している。そのため、本問題は各目的関数の最大化がその目的となり、図における右上方にある解がより優れた解ということになる。

Fig.2,3の結果より、SGAおよびDGAでは個体が任意の箇所に集中してしまい探索があまり進んでいない様子が分かる。

それに対して提案したNMSモデルでは、Fig.4を見れば分かるように良好な結果が得られていることが分かる。

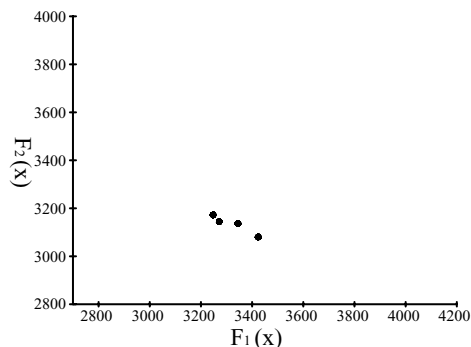


Fig. 2 Result of SGA

本適用問題は、探索の初期の段階において個体の多様性が失われやすい問題である。そのため、SGAやDGA

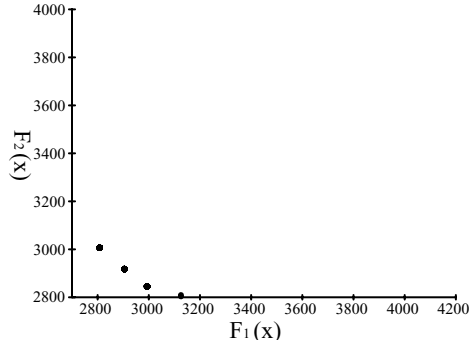


Fig. 3 Result of DGA

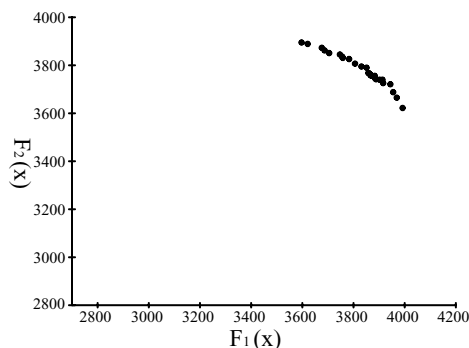


Fig. 4 Result of NMS

のように個体の多様性保持機能を明示的に保有していない手法では、個体が任意の部分に集中してしまい十分な探索を行うことができない。対して、NMSでは選択が2個体ペアの入れ替えによって行われるため選択が非常に局所的である。そのため、個体集団は十分な多様性を保持したまま世代を繰り返す、個体がある箇所に集中することなく探索を行うことができる。

## 4 結論

本研究では、多目的GAを並列処理するための新たな分散モデルとして、プロセス数による解への影響の無いマスタースレーブ型の新たなアルゴリズムを提案し、その有効性の検証を行った。その結果、提案手法はナップザック問題に対して唯一、有効な手法であることが確認され、本提案手法のナップザック問題への有効性が検証された。

## 参考文献

- 1) C. M. Fonseca and P. J. Fleming. Genetic algorithms for multiobjective optimization: Formulation, discussion and generalization. In *Proceedings of the 5th international conference on genetic algorithms*, pp. 416–423, 1993.
- 2) D. E. Goldberg. *Genetic Algorithms in search, optimization and machine learning*. Addison-Wesley, 1989.
- 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.