

多目的最適問題における進化的アルゴリズムの並列化

A New Model of Parallel Genetic Algorithms in Multi Objective Optimization Problems

渡邊 真也

Shinya WATANABE

Abstract: In this paper, we propose two types of parallel genetic algorithm models for multi objective optimization problems. One of them is called Divided Range Multi-Objective Genetic Algorithm (DRMOGA). The other is Master-Slave model with Local Cultivation model (MSLC). To clarify the characteristics and effectiveness of these models, the proposed models are applied to knapsack problems. Through the numerical examples, it is become cleared that these models are suited to parallel computers and can keep the diversity of the solutions.

1 はじめに

近年, GA の持つ「集団による探索」を行うという特徴に注目し, GA を多目的最適化問題へ適用する試みが盛んに行われその有効性が検証されている²⁾。

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。

そこで本研究では, より多目的の特性を考慮に入れた新たな 2 つの多目的並列分散モデルを提案する。2 つの提案するモデルは, それぞれ分割母集団モデルとマスタースレーブ型モデルに対応しており, それぞれの異なる特徴を持っている。

本研究では, 提案する 2 つの手法における有効性や得られる解の特性を個体数を分割するモデルである島モデルや単一母集団モデルとの比較を幾つかの数値計算例を通じて行う。

2 提案する並列分散モデル

提案したアルゴリズムは 2 種類あり, 分割母集団モデルの一種である領域分割型多目的遺伝的アルゴリズム, そして大域的並列モデルの一種である局所的培養型マスタースレーブモデルである。以下, それぞれについて説明する。

2.1 領域分割型多目的 GA

多目的最適化 GA においては広範囲のパレート解を効率よく求めるためには,

- ・ 得られたパレート最適個体の近傍探索を行う能力がある
- ・ パレート最適個体の近傍探索を必要以上に行い計算の無駄を生じない

ことが求められる。この 2 点を考慮していない通常の領域分散型モデルでは, 通常の単一母集団モデルと比較し

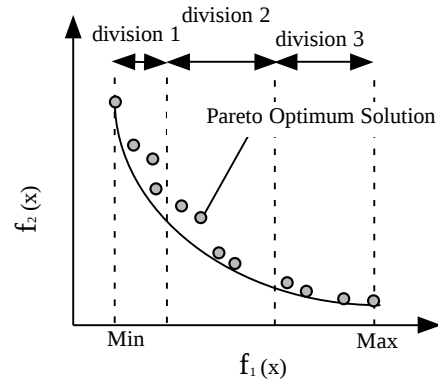


Fig. 1 DRMOGA

ても, あまり良好な結果を得ることができない。

そこで本研究では, 新たな領域分散型モデルとして, 領域分割型多目的 GA (Divided Range Multi-Objective Genetic Algorithm: DRMOGA) を提案する。DRMOGA は, 得られたパレート解集合を任意の目的関数を基にその関数における最大値順にソートし, 分割数に従って各分割領域における個体数が平等になるように個体をソート順に各プロセッサに振り分けていく。分割数 3 の場合について Fig.1 に示す。

この DRMOGA モデルに対して分散メモリ型並列計算機を用いて並列処理を行うことにより, 島モデルと同等の処理速度の向上や単一母集団モデルと同等, もしくはそれ以上の解の精度を持った解集合を求めることが期待できる。

2.2 局所的培養型マスタースレーブモデル

DRMOGA は分割母集団モデルの多目的に特化したモデルであるのに対して, 局所的培養型マスタースレーブモデル (Master-Slave model with Local Cultivation model: MSLC) は大域的並列モデルを多目的に特化させたモデルであるといえる。

MSLC は, 佐藤ら¹⁾により提案された MGG モデル (Minimal Generation Gap model) の考えを取り入れ

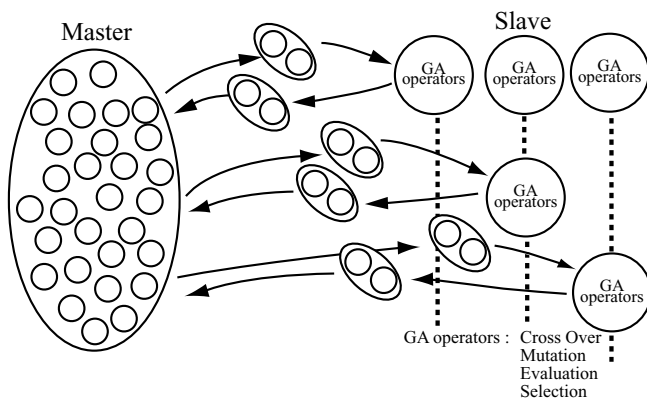


Fig. 2 Master-Slave model with Local Cultivation model

個体集団の多様性を特に考慮したモデルとなっている。MSLCでは、母集団を2個体ずつペアとして考え、2個体のペアにおいて交叉、突然変異といった遺伝的操作を行っている。また、MSLCではこれらの遺伝的操作は全てマスターノードが行い、マスターノードは基本的に母集団の管理に専念するという仕組みになっている。

本提案手法における主な特徴を以下に示す。

- ・プロセス数による影響が少ない。
- ・GAオペレータは基本的に全てスレーブノードが行う。
- ・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。
- ・個体の棲み分けを実現することができる。

3 数値実験

提案した手法を実際に幾つかの対象問題へ適用し、従来手法との比較を通じて提案手法の有効性の検証を行う。具体的には、多目的0/1ナップザック問題に対して次の4つの手法

- ・単一母集団GA (SGA)
- ・分割母集団モデル (DGA)
- ・領域分割型GA (DRMOGA)

を実験し、得られた結果の考察を行った。

3.1 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)、DRMOGA、MSLCの4つのモデルについて数値実験を行った。本実験では、交叉方法として1点交叉、選択方法としてパレート保存戦略、突然変異としてビット反転を用いた。また、個体数パラメータとして400個体の場合と4000個体の場合について実験を行った。

さらに、マシン環境としては16台からなるクラスタを用いて計算を行った。尚、この場合には総個体数がSGAと同一となるよう1島内の個体数は配慮されている。

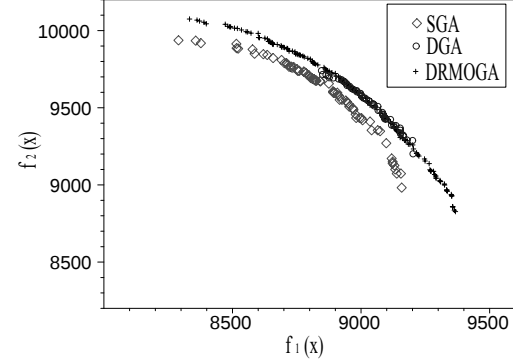


Fig. 3 Pareto Optimum individuals (250 items problem, population size=400)

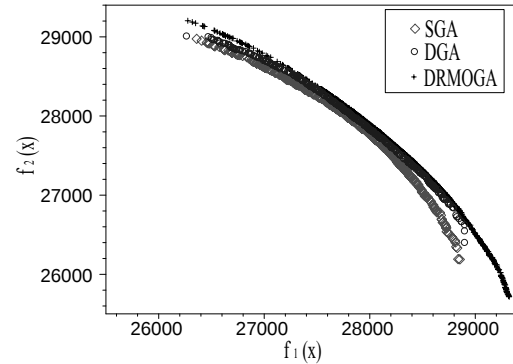


Fig. 4 Pareto Optimum individuals (750 items problem, population size=4000)

3.2 結果・考察

得られた結果の内、400個体を用いた場合の250荷物におけるプロット図をFig. 3に、4000個体を用いた場合の750荷物におけるプロット図をFig. 4に示す。Fig. 3および4から分かるようにDRMOGAは、最も幅広く、かつ最も精度が良く解を得ているのが分かる。この傾向は、全ての問題において共通しており、DRMOGAはSGA、DGAと比較して良好な手法であることが確認された。

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並列モデルとして、DRMOGA、MSLC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有効な手法であることが確認された。

参考文献

- 1) Yamamura M. Satoh, H. and S. Kobayashi. Minimal generation gap model for gas considering both exploration and exploitation. In *Proceedings of the 4th International Conference on Juzzy Logic, Neural Nets and Soft Computing*, pp. 734–744, 1997.
- 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.