

並列多目的最適化進化アルゴリズムのブロックレイアウト問題への適用

Paralell Evolutionary Multi-Criterion Optimization for Block Layout Problems

渡邊 真也, 廣安 知之, 三木 光範 (知的システムデザイン研究室)

Shinya WATANABE, Tomoyuki Hiroyasu, Mitsunori MIKI (Intelligent Systems Design Laboratory)

Abstract: In this paper, a parallel evolutionary multi-criteria optimization algorithm: DGA and DRMOGA are applied to block layout problems. The results are compared to the results of SGA and discussed. It is said that block layout problems are NP hard problems and there are several types of objectives. Therefore, it can be said that the block layout problems are suitable to evolutionary multi-criterion optimization algorithms. DRMOGA is one of the DGA models. This model can derive good Pareto solutions in continuous optimization problems. However it has not applied to discrete problems. In the numerical example, the Pareto solutions of the block layout problem who has 13 blocks are derived by DGA, DRMOGA and SGA. Then it is confirmed that it is difficult to derive the solutions with any model, even in one objective. It is also found that good parallel efficiency can be derived from both DGA and DRMOGA. The results of Pareto solutions of DGA and DRMOGA are almost same. However, DRMOGA searched wider area than that of DGA.

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^{1, 3, 5)}。

従来より, GA における大きな問題点の一つとして高い計算負荷が指摘されている。その効果的な解決策として, 並列化がある。GA には潜在的に並列性を有している上, 近年の PC クラスタなどの登場により GA の並列化に関しては多くの議論がなされてきた。単一目的における最も一般的な並列手法としては DGA (Distributed GA) があり, その有効性も十分に検証されている。そこで我々は, 多目的における新たな並列手法を提案し, その有効性について離散的な問題に適用し検証を行った。尚, 今回は離散的な問題としてブロックレイアウト問題を用いた。

2 領域分散型多目的遺伝的アルゴリズム

2.1 DRMOGA

廣安らにより提案された DRMOGA⁵⁾ は, 従来までの島モデルと呼ばれる並列モデルとは個体の分配方法が異なる。本手法では, 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 の場合について図 1 に示す。

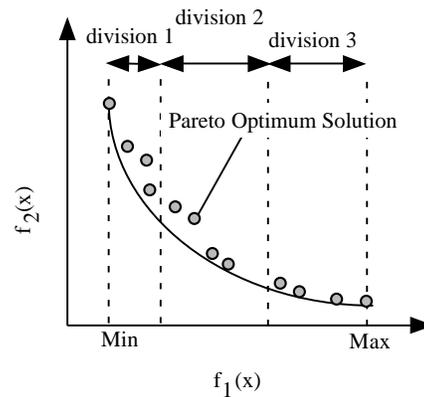


Fig. 1 DRMOGA

3 枠制約付きレイアウト問題の定式化

3.1 問題の定式化

ブロックレイアウト問題へのアプローチ方法について説明する。対象とする部品は全て任意の矩形のもを想定し, 以下の 2 つの目的関数を考える。

$$f_1 = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

$$f_2 = \text{Total Area } S \quad (2)$$

ここで,

n : ブロック数

c_{ij} : ブロック i から j へのフロー

d_{ij} : ブロック i から j までの重心間距離

である。

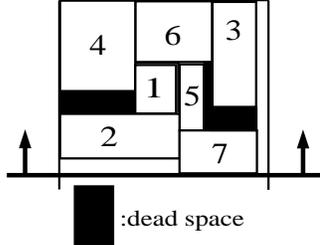


Fig. 2 Packing Method

レイアウト配置決定変数は各ブロックの中心座標値及び向きである。式(1)は重み付き距離の総和であり、各部品間の関連度合いを重みで表している。

本研究ではパッキング方法として、枠の3辺に強い制約を加え、第4辺の制約を幾分弱めるアプローチ手法を採用した。概念図を図2に示す。

4 数値実験

本研究では、ブロック数を13個持つ枠制約つきブロック配置問題²⁾に対して、SGA, DGA, DRMOGAの3手法による適用を行い、その比較を行った。用いた個体数は各手法とも総計1600個体である。ただし、DGA, DRMOGAではサブ母集団として16プロセスに分割しているため、各サブ母集団ごとの個体数は100個体となる。終了条件としては各手法とも探索世代が300世代を越えた段階において終了するように設定した。さらに、DGAにおける移住間隔及びDRMOGAにおける再ソート間隔は、20世代毎に行うものとした。

DGA, DRMOGAにより得られたパレート解を、それぞれ3,4に示す。尚、これらの結果は総個体1600個体内、よりランクの高い個体から上位100個体を選出したものである。

3及び4よりどの手法においても、明示的なトレードオフの関係が得られていないことが分かる。どの手法においても、図中の縦軸である f_2 13000付近に弱パレート解が得られているのみである。これは、目的関数の内、ブロックの総面積を評価とする f_2 において比較的容易に最適解が探索されていること、最適解の組み合わせが比較的多数存在するためである。

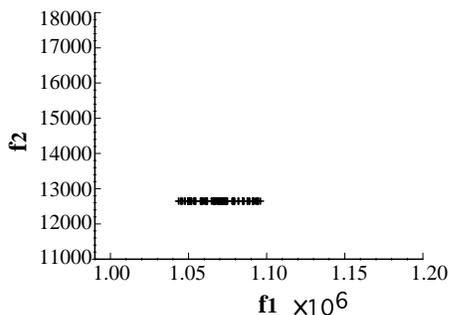


Fig. 3 Results of DGA

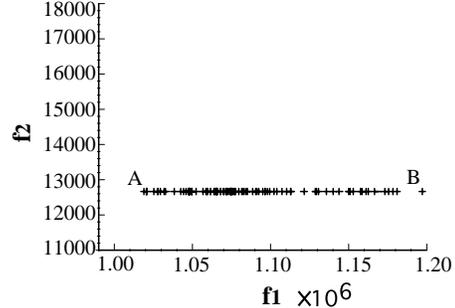


Fig. 4 Results of DRMOGA

しかし、各手法により得られたパレート解分布よりDRMOGAにおける探索領域が他の手法、特にDGAと比較してより広範囲に及んでいる様子が分かる。この傾向は対象が連続変数の場合にも同様のことが言えるため、DRMOGAは離散的問題においても同じ並列手法であるDGAと比較してより効果的な解探索を行うことができると言える。

尚、DGAにおける移住間隔及びDRMOGAにおける再ソート間隔が同じ20世代であった場合、各手法における計算時間は、DGAにおいて183.7秒、DRMOGAにおいて185.6秒、さらにSGAにおいては726.3秒であった。このことよりDGA, DRMOGAにおける並列化効率としてほぼ100%を達成していることが分かる。

以上より相対的に判断すると、ブロックレイアウト問題においてもDRMOGAは有用な手法であると言える。

5 結論

本研究では、我々の提案するより多目的GAに特化したDRMOGAを離散なブロックレイアウト問題に適用しその有効性の検証を行った。その結果、連続変数問題だけでなくブロックレイアウト問題においても良好な結果を得ることができた。すなわち今回の結果より、DRMOGAはどのような対象問題においても多目的GAにおける並列手法として有効であると思われる。

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) R. L. Francis. Facility layout and location: An analytical approach. In *Prentice Hall*, p. 179, 1992.
- 3) 比屋根. 並列遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化問題のパレート最適解集合の生成法と定量的評価法. 第9回自律分散システムシンポジウム, pp. 295–300, 1997.
- 4) Y. Shirai and N. Matsumoto. Performance evaluation of es type genetic algorithms for solving block layout problems with floor constraints. In *PTransaction of JSME (C)65-634*, pp. 296–304, 1999.
- 5) M. Miki T. Hiroyasu and S. Watanabe. Divided range genetic algorithms in multiobjectiv optimization problems. In *Proceedings of Economics and Mathematical Systems*, pp. 57–66, 1999.