

並列遺伝的アルゴリズムの生産計画への応用

8K-06

今野 正和 手塚 大 樋地 正浩

日立東北ソフトウェア(株)

1 はじめに

生産計画問題は組合せ最適化問題の一種であり、その中でも特に難しい問題としてジョブショップスケジューリング問題(JSSP)がある。

遺伝的アルゴリズム(GA)を現実の JSSP に適用すると、実用的な解を得るまで非常に長い実行時間を要する。この問題の解決方法として、GA を並列化し、複数プロセッサのシステム上で実行する事により実行時間を短縮する方法が考えられる。さらに並列化によって解の探索効率が向上することも知られている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

ft10⁽⁴⁾という最大完了時間の最小化を目的とする問題が JSSP のベンチマークとして広く用いられている。本稿では、現実の JSSP に並列 GA を適用する前段階としてこの問題を使用し、並列 GA の有効性を評価した。

2 Coarse-grained GA

並列 GA には Coarse-Grained GA(cgGA)と呼ばれる手法がある⁽¹⁾。cgGA は個体集団を島と呼ばれる単位に分割し、それぞれの島毎に並列に進化を実行し、その間、個体の移住操作を行う方法である。この方法は、問題によっては単一集団の GA に比べてより少ない評価回数でより良い解を得られることが知られている⁽²⁾。

移住操作は、他の島に個体を送信する方法⁽³⁾、島間で個体を交換する方法⁽²⁾⁽³⁾等がある。移住をどの時点で行うかについては、各島の世代数の同期を取り、一斉に移住を行う同期移住と、同期を取らない非同期移住がある。非同期移住には、他の島の世代数に関わらず各島が一定世代に達すると行

う方法⁽³⁾や、各島内部の多様度を算出し、多様度が閾値よりも小さくなった時点で行う方法⁽²⁾等がある。非同期移住は同期移住よりも良い結果を得ている。これらの結果を踏まえ、本稿の実験でも非同期移住方式の cgGA を用いた。

3 並列 GA の JSSP への適用

島内部の交叉には生産計画問題に適した COX-交叉⁽⁶⁾を使用した。島は環状固定結合し、移住個体は全体で一方向に送信される。

移住先の島はある条件を満たした時点で移住個体を受け入れる。当初、個体受け入れの条件として、島内部の多様度を利用する方法⁽²⁾を適用する事を考えた。しかし、この方法は遺伝子にバイナリコーディングを使用しているため、そのままでは順列問題を扱う生産計画問題には適用できない。

そこで、本稿では、多様度の算出の代わりに、島毎の評価値の変化を監視するためのパラメータを導入した。パラメータで設定された世代数の間、島内部の最良個体の評価値が変化しなかった時点で隣接した島から移住個体を受け入れる(図 1)。評価値の監視は、この時点から改めて行う。移住個体は評価値の良い個体から一定数選択する。実験はパラメータを 10 として行った。

以下、得られた実験結果について述べる。

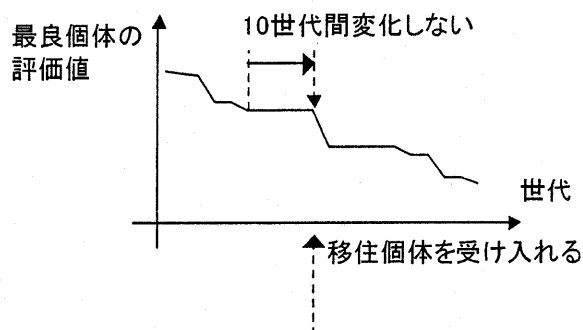


図 1 個体移住操作

4 実験結果

(1) 島単位で個体を増加した場合

ここでは単一集団で個体数を増加した場合と cgGA を導入した場合を比較する。

cgGA で一つの島の個体数を 50 個体に固定し、島数を 1, 2, 4, 8 とした場合(総個体数はそれぞれ 50, 100, 200, 400) と、総個体数を 50, 100, 200, 400 とした単一集団の GA を比較する。cgGA では移住する個体数を 1 とした。世代数を 100 とし、100 回ずつ実行した結果の平均値を図 2 に示す。

総個体数が等しい場合には cgGA を導入した方が、結果が良い。特に、単一集団での総個体数 400 の値よりも、cgGA を導入した場合での総個体数 200 の値の方が良い値を得ている。

個体の総評価回数は

$$(\text{島数}) \times (\text{島毎の個体数}) \times (\text{総世代数})$$

で求める事ができる。cgGA はより少ない評価回数で良い結果を得ていることがわかる。

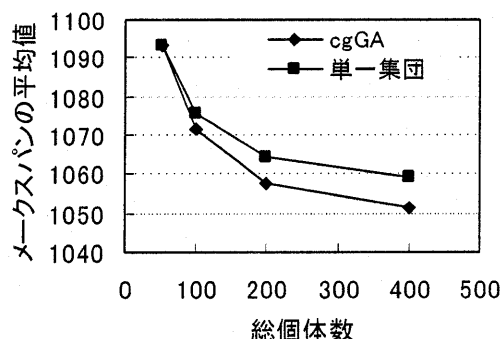


図 2 cgGA と単一 GA の最適化能力の比較

(2) 評価回数を固定した場合

次に総個体数を 400, 総世代数を 100 とし、島数を 1, 2, 4, 8, 16 として実験を行った。移住個体数を 5 とし、100 回ずつ実行した結果を図 3 に示す。

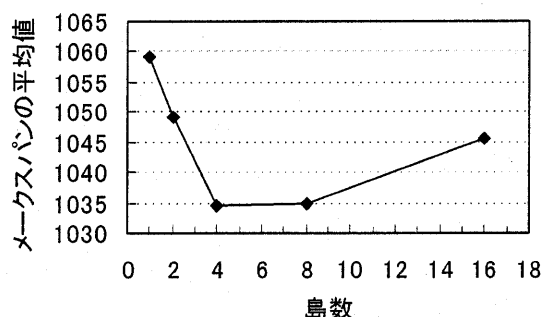


図 3 島数による最適化能力の比較

島数を 1 から 4 まで増やした場合、得られる結果は良くなる。しかし、さらに 8, 16 と増やしていくと、結果は悪化する。これは、一つの島の個体数を減少しすぎたため、と推測できる。

5 おわりに

並列 GA を JSSP に適用した Lin⁽⁶⁾の研究では ft10 の最適値を求めることに成功しているが、総評価回数は最大で 4×10^6 回を要している。本稿では、最終的により大規模な現実の問題への適用を目標にしているため、この評価回数よりも少ない値(最大で 4×10^4 回)での実験、評価を行った。

cgGA を基にした並列化手法を導入することにより、単一集団の場合よりも少ない評価回数でより良い解を得られることを確認した。評価回数を減らすことにより、実行時間の短縮化を実現できる。今後はこの実験結果を踏まえて現実の生産計画問題へ適用していく予定である。

6 参考文献

- (1) C. Pettey et al., "A parallel genetic algorithm", Proc. of 2nd ICGA'87, pp. 155-161, 1987
- (2) H. Horii et al., "Asynchronous Island Parallel GA Using Multiform Subpopulation", LNAI 1585, Springer-Verlag 1999
- (3) S. C. Lin et al., "Coarse-Grain Parallel Genetic Algorithms: Categorization and New Approach", IEEE SPDP, pp.28-39, 1994
- (4) H. Fisher et al., "Probabilistic learning combinations of local job-shop scheduling rules", Industrial Scheduling, Prentice Hall, pp. 225-251, 1963
- (5) TEZUKA M. et al., "A New Genetic Representation and Common Cluster Crossover for Job Shop Scheduling Problems", LNCS 1803, Springer Verlag, pp.297-306, 2000
- (6) S. C. Lin et al., "Investigating Parallel Genetic Algorithms on Job Shop Scheduling Problems", Evolutionary Programming VI, Proc. 6th Int. Conf., EP97, Springer Verlag, NY, Indianapolis, pp. 383-394, 1997