

ジョブショップ・スケジューリング問題への共進化的アプローチ

— パラサイトによるボトルネック検出 —

2U-7

高取則彦*

皆川雅章**

嘉数侑昇†

*北海道文理科短大

**札幌学院大学

†北海道大学

1. はじめに

ジョブショップ・スケジューリング問題の多くは‘NP困難’と呼ばれるクラスに属しており、可能解の空間は問題サイズが大きくなるとともに組合せ的爆発を起こすため、解空間から最適解を選び出す一般的方法論を与えるのは困難である。それゆえ、準最適解を効率良く探索する発見的手法が研究され提案されている[1]。

そのような手法の1つに遺伝的アルゴリズム(GA)があり有望な方法と考えられている[2]。しかし標準的なGAを最適化問題に適用するとき、初期収束が問題なることが知られており、これを克服するための拡張が試みられている。

ここではその1つのアプローチとして、‘共進化’特に‘ホスト-パラサイト’関係の概念をGAベースのスケジューリング法に導入する。提案する方法では‘ホスト’は問題の解つまりスケジュールを表す。‘パラサイト’はそのスケジュールに寄生し、ホストの集団が収束したと見なされたとき活動してホストに作用する。以下、方法論を述べ計算機実験の結果を報告する。

2. 方法論

GAによる解探索の過程では集団はしばしば局所最適状態に陥り、解をさらに改良するためにはそこから脱出する必要がある。スケジューリング問題への応用においても同様のことがいえる。

そのような状態にあるスケジュールの中には、部分的な修正を加えるだけで全体のスケジュールが改

善されるものがある(図1)。ここではそのようなタスクを‘ボトルネック’と呼ぶことにする。ボトルネックタスクを効率よく検出して操作できれば解探索に有効と考えられる。

提案する方法では、パラサイトによりスケジュール中のボトルネックを調べそれに修正を加える。結果としてホストのスケジュールは改良される。

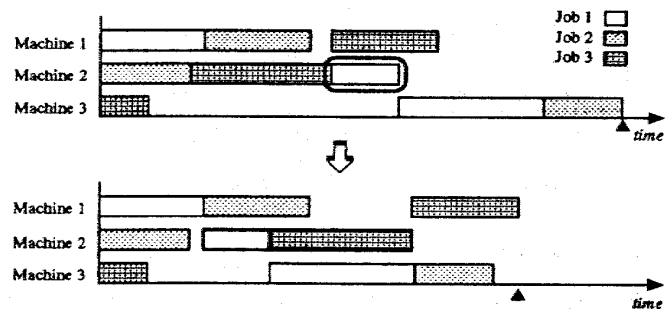


Figure 1. Bottleneck task in schedule.

3. インプリメント

ホストの集団は問題の解すなわちスケジュールである。スケジュールはジョブ番号の重複順列により表現する[3]。遺伝的オペレータとして先行関係保存型交叉[3]と順序ベースの突然変異を用いる。トーナメント選択により次世代の集団を形成する。

パラサイトは対象スケジュールのタスク数だけ成分を持つベクトルとし、各成分はそれに対応するタスクへ修正オペレータを適用する確率を表す。ホスト集団が収束したときパラサイトは活性化される。ベクトルの成分はよるルーレットにもとづいて注目するタスクを選択し、その成分を修正を行う確率と解釈する。修正は選ばれたタスクと同じ機械上の隣接タスクとの交換により行う。パラサイトによる修正の後、パラサイトの成分は次式により更新する。

$$p_i' = \begin{cases} p_i + \alpha \cdot |N(0,1)|; & \text{if the host is improved} \\ p_i - \alpha \cdot |N(0,1)|; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

ここで $N(0, 1)$ は平均 0, 分散 1 のガウスランダム変数, α は正の定数である. これらを繰り返すことにより, パラサイトは注目すべきタスクを見つけやすくなると期待される.

4. 計算機実験

ここではスケジュール長 (Cmax) の最小化問題を対象に計算機実験を行い, 単純 GA によるスケジューリング結果と比較した. 実験の条件を表 1 に示す. パラサイトの効果を調べるため比較的小さなサイズの集団を用いた.

Table 1. Conditions for experiments

Problem	10 jobs × 10 machines
GA with parasite	Population_size = 10 Mutation_rate = 0.01
simple GA	Population_size = 10 Mutation_rate = 0.01

図 2 は提案する手法での探索過程における Cmax の最大値, 最小値, 平均値を各世代について示している. これらの値が数世代変化しないときパラサイトは活性化される. パラサイトが作用したとき最大値と平均値は増加し, 最小値はそのときもしくは数世代後に減少しているのが観察される.

図 3 は 100 回の試行で得られた最良解の分布を表すヒストグラムである. 単純 GA と比較して, 提案する方法では小さい集団でもよい結果が得られていることがわかる.

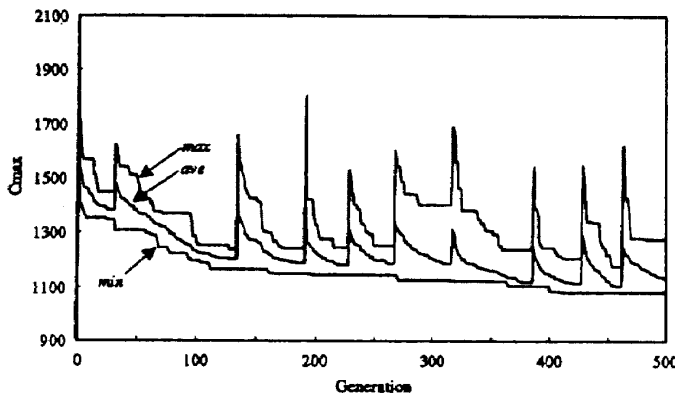
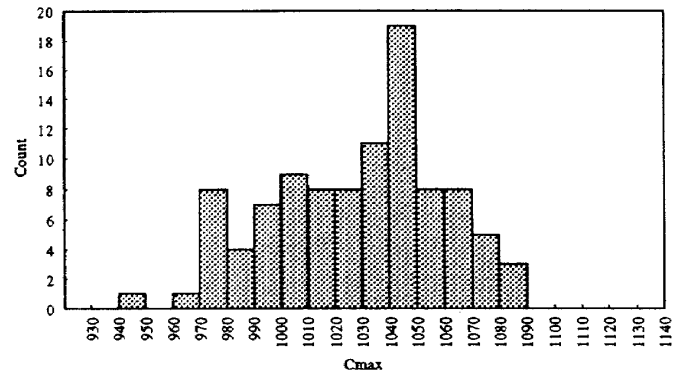
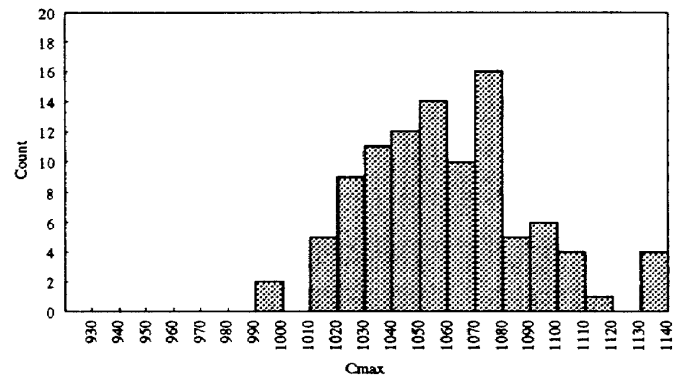


Figure 2. The search process by the proposed method.



(a) Proposed method



(b) Simple GA

Figure 3. Histograms of the resulting schedules

5. おわりに

ジョブショップ・スケジューリング問題の解法にホスト-パラサイト型共進化の概念を導入した. ホストはスケジュールを表し, パラサイトはホスト中の改良すべき個所を検出して修正するものとした. パラサイトはホスト集団が収束したときに活性化して局所解からの脱出を助ける. 計算機実験の結果からパラサイトの効果を確認した. 解の質の向上や探索効率の改善などは今後の課題としたい.

参考文献

- [1] Blazewicz, J., Ecker, K. H., Pesch, E., Schmidt, G. and Weglarz, J. (1996). *Scheduling Computer and Manufacturing Processes*. Springer.
- [2] Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley.
- [3] Bierwirth, C., Mattfeld, D.C. and Kopfer, H. (1996). On Permutation Representation for Scheduling Problems. In *PPSN IV*, pp.310-318, Springer.