

遺伝的アルゴリズムによる ジョブショップスケジューリング問題の検討

西田 健治† 北田 洋理‡ 河本 敬子†

†近畿大学 生物理工学部 知能システム工学科

‡西田機械工作所

1. はじめに

機械（労働者）と仕事の数が増えれば増えるほど非効率な作業が増える場合がある。例えば工場での生産管理や CPU 等のタスク処理、看護師などの勤務日程表である。そしてこれらは組合せ最適化問題の一種であるジョブショップスケジューリング問題の中の一つである。

本研究では、JSP に対する遺伝的アルゴリズムを用いた解法を検討することを目的としている。

2. ジョブショップスケジューリング問題

ジョブショップスケジューリング問題（Job-shop Scheduling Problem : JSP）とは、多数の仕事とそれら処理する複数の機械等が存在し、その機械等が多数の仕事と同時に処理できない場合に、仕事の処理順序を決定することである。また、作業を始めてから全作業が終わるまでの時間を makespan と呼び、makespan をいかに小さくするかが主要な課題である。

今回は以下の定義を用いた。

- ・各機械は同時に2つ以上の仕事を処理できない。
- ・各機械の種類はすべて異なる。
- ・作業の中断はない。
- ・各仕事を加工する機械の順番は与えられている。
- ・各作業の加工時間は与えられている。
- ・各機械が各仕事を加工する順序は未知である[1]。

また、スケジュールの組み合わせのパターンは膨大に存在している。そのため、これらのスケジュールを全て計算し、そこから makespan を小さくする最適なスケジュールを見つけることは計算に必要な時間を考えると非現実的である。

よって、以下に述べるようなアルゴリズム等が JSP に使用されている。

3. 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm : GA）とは生物進化（選択淘汰・突然変異）の原理に着想を得たアルゴリズムであり、最適化の一手法である。歴史的にみると GA は Holland の

Examination of Job-shop Scheduling Problem by Genetic Algorithm

Kenji Nishida†, Hiromichi Kitada‡, Keiko Kohmoto†

† Department of Intelligent Systems, School of Biology-Oriented Science and Technology, Kinki University

‡ Nishida Machine Corporation

Adaptation in Natural and Artificial Systems (1975)において導入された手法である[2]。GA の処理手順は以下になる。このような一連の処理の繰り返しによって、個体集団は全体として適応度の高い個体の集団へと収束する[1]。

Step 1. 個体の集合である個体集団を初期化する。

Step 2. 個体集団の各個体を目的関数に従って評価し、適応度を求める。

Step 3. 各個体の適応度に応じて個体集団を再構成する。即ち、適応度の低い個体を個体集団から取り除き、逆に適応度の高い個体をその高さに応じて増やす。これを淘汰と呼ぶ。但し、個体集団のサイズは変えない。

Step 4. 個体集団の各個体をランダムに2つずつペアにし、このペアに突然変異、交叉を施して新しい個体を作る。

Step 5. Step 2~4 が繰り返しの単位であり、世代と呼ぶ。現在の世代の処理が終わると次の世代の処理に移るため、Step 2へ戻る。

4. 交叉方法

アクティブスケジュールを生成する方法として GT 法[3]が知られている。GT 法では、未スケジュールの作業のうちで技術的順序が最初のものの集まりをカットと呼び、また、カット中で最も完了時刻が早いものと同じ機械上で処理され、処理時間が重複する作業の集まりをコンフリクト集合と呼ぶ。そして、このコンフリクト集合からランダムに作業を1つ選び、スケジュールを行う。この GT 法を利用した交叉方法に GT 交叉[1]が提案されている。GT 交叉とは、GT 法でコンフリクト集合からランダムに作業を1つ選ぶところを、ランダムに選ばれた2つの親のうち1つを参照することにより1つ選んでいる。

本研究で用いた交叉方法は、前述した GT 交叉を発展させた交叉方法[4]を用いた。既存の GT 交叉から発展したこの新しい交叉方法は、2つの親を参照するのではなく、 n 個 ($n-1$) の親のうち1つを参照することになっている。また、この新しい方法での数値実験はまだ ft10 でしか行われていない。

5. 数値実験

JSP の解法の評価によく使用される、Muth & Thompson のベンチマーク問題[5]ft20 を用いた。

なお、試行回数 100、個体数 1200、世代数 1000 とし、突然変異発生率は各世代で個体ごとに 5~15%、選択方法はルーレット戦略とした。n の値は 1, 2, 3, R とした。R は個体ごとに n の値を 1~3 にランダムで変動させたときのものである。

表 1 は n の違いによる実験結果を示す。best は 100 回の試行で得られた最良解、average は解の平均値、best_gene_average は解が得られたときの世代平均値を示す。文献[4]による ft10 の数値実験では、n の値が小さいほど解の質が改善され、n = 1 のとき解の質が大きく改善した。表 1 から ft20 においてもわずかではあるが同様の傾向を示した。しかし、n の値によって解の質が大きく改善されることはなかった。これは ft20 でのコンフリクト集合内の作業数が、ft10 でのコンフリクト集合内の作業数より多いからであると考えられる。

図 1 ~ 4 では n の値ごとに解の分布を示す。図 1 ~ 4 の間で大きな違いは得られなかった。これは試行回数が少なかったため、n の値による解の分布に差が出にくかった可能性があると考えられる。

5. 終わりに

本研究では、JSP に対する新しい GT 交叉方法の検討を行った。今回使用した交叉方法を用いてベンチマーク問題 ft20 を解いた結果、ft10 との違いを示した。今後の課題としては、ft20 以外でもこの新しい交叉方法の検討を行う予定である。

表 1 実験結果

n	best (数)	avarage	best_gene_average
1	1178(3)	1209.63	357.76 世代
2	1178(1)	1210.37	328.90 世代
3	1180(7)	1210.40	397.52 世代
R	1178(1)	1211.54	328.31 世代

n = 2 では既存の GT 交叉と同じ交叉方法となる

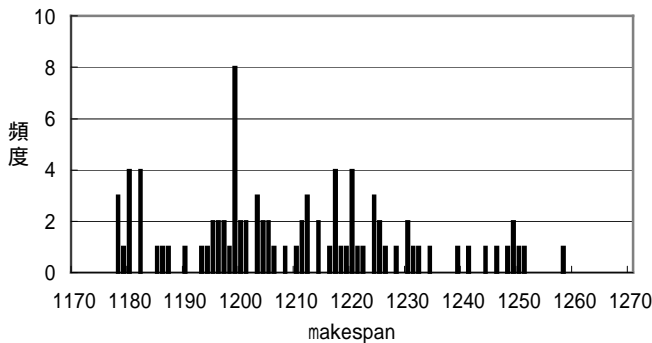


図 1 解の分布 (n=1)

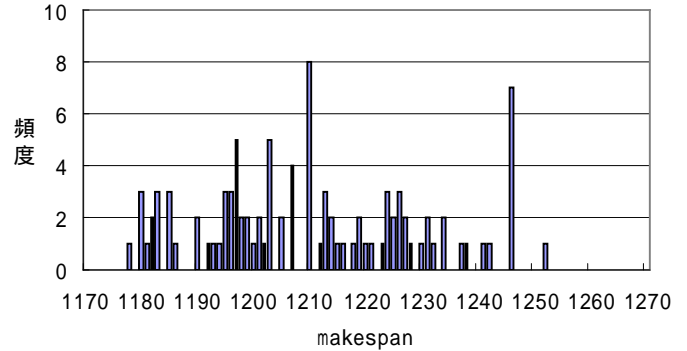


図 2 解の分布 (n=2)

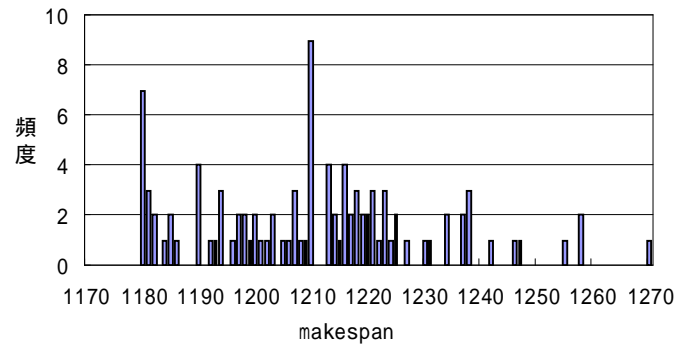


図 3 解の分布 (n=3)

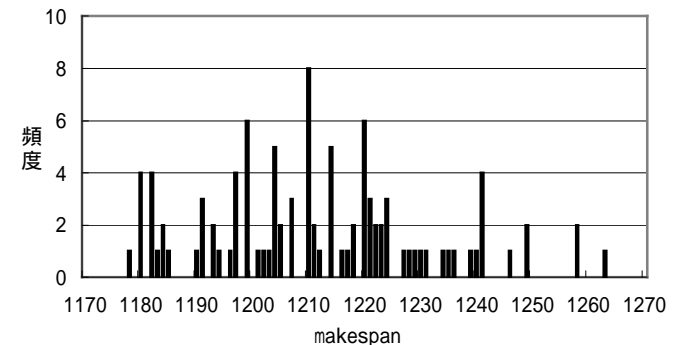


図 4 解の分布 (n=R)

参考文献

- [1]山田武士, 中野良平; 遺伝アルゴリズムによるジョブショップ問題の新解法, 情報処理学会 人工知能研究報告, AI92-81-8, pp.2-8, 1992.
- [2]北野宏明; 遺伝的アルゴリズム, 産業図書, 1995.
- [3]B.Giffler, G.L.Thompson, "Algorithms for solving production scheduling problems", Operations Research, vol.8, pp.487-503, 1969.
- [4]北田洋理, 西田健治, 河本敬子; ジョブショップスケジューリングに対する遺伝的アルゴリズムの交叉法の提案, 平成 18 年電気関係学会関西支部連合大会講演論文集, pp.G277, 2006.
- [5]CS410/510SS Project Job Shop Scheduling, <http://web.cecs.pdx.edu/~bart/cs510ss/project/jobshop/index.html>