

不確定環境型GAとヒューリスティック法による 確率的ジョブショップ問題の近似解法

01704426 宮崎大学 *吉富康成 YOSHITOMI Yasunari
日本ディスプレイク 山口理絵 YAMAGUCHI Rie

1 緒言

著者らは、確率計画問題の近似解法として、遺伝的アルゴリズム (GA) の環境 (目的関数、制約条件) に確率変動を導入した手法 (不確定環境型 GA) を提案した [1]。本法では、世代ごとに、目的関数、制約条件で定義される適応度関数を所与の確率分布に応じて変化させ、全世代を通じての個体の集合とその出現頻度を算出する。そして、まずこれにより、期待値最大の解が得られるかどうかの検討を行なった。その結果、選択方式として、適応度に比例して選択確率が高くなるルーレット戦略の下で、発生頻度が最も高い個体 (解) を選べば、それが期待値最大を与える個体となることを実証した [1]。

そして、確率的ジョブショップ問題において、ガントチャートに投入する時の仕事の順番を決める問題を対象とし、本法を適用してその有効性を示した [2]。

本報では、一般的な確率的ジョブショップ問題を対象として本法を適用し、その有効性を検討した。その際、アクティブスケジュールを作成する Giffler と Thompson のアルゴリズム (GT)[3] を GA の交叉に利用したアルゴリズム (GA/GT)[4] を、本法用に拡張した。

2 対象とする問題

機械の処理所要時間を確率変数とした、以下のよう
な確率的ジョブショップ問題を対象とした。

- ひとつの機械は、同時に1つの仕事しか処理できない。
- 機械における処理は中断できない。
- 仕事ごとに、機械にかけられる順番が指定されている。

- 各機械における処理は、ガントチャートに前詰めで配置される。
- 機械の処理所要時間の変動は、各仕事ごとに異なる確率分布に従う。
- 全ての仕事の完了時間の期待値を最小にする各機械での各仕事の処理順番を決める。

3 GAの処理条件

各機械での仕事の処理順番を順序表現を用いて表し、その順序表現された遺伝子を全機械分並べて遺伝子型個体とする。そして、各世代で、機械の処理所要時間を所与の確率分布に従う乱数を用いて確定させる。

初期集団として、ランダムなアクティブスケジュールを発生させる。そして、適応度関数 f は、 $f = t_{max} / (T - t_{max})$ とし (t_{max} :各仕事を確定した処理時間で単独で処理した場合の処理所要時間が最大となる仕事の処理所要時間、 T :全ての仕事の完了時間)、ルーレット戦略、後述する不確定環境型 GA 用の交叉、各機械毎の1点突然変異を用いる。突然変異では、所定の個体数までセミアクティブスケジュールを発生させ、各々、アクティブスケジュールに変換する。

GA/GT アルゴリズムでは、GT アルゴリズムを基に、(a) ランダム交叉、(b) 前の世代のスケジュールにおける各処理完了時間を基にしたヒューリスティック交叉、を所与の確率で行なう [4]。本法の場合、前の世代のを各処理完了時間は、その世代で発生した乱数に依存しており、GA における程の重要な量ではないと考えられる。そこで、前の世代1世代だけでの各処理完了時間の代わりに、各処理完了時間における前の世代までの平均値を基にしたヒューリスティック交叉を行なう。

4 適用例

4.1 条件

表1に示した6仕事,6機械のジョブショップ問題[5]において、各機械の処理所要時間を確率変数とし、その確率分布を、それぞれ表1の処理所要時間を平均値とする正規分布と仮定し、その変動係数を、(1)0,(2)0.1,(3)0.2,(4)0.3,の4通りとした。そして、従来法として、ガントチャートに投入する仕事の順番を最適にする問題について、全数探索((1)),全数探索のモンテカルロ法((2),(3),(4))を用いて得られる(近似)最適解と、本問題での本法の近似最適解との比較を行なった。莫大な種類の解が発生するため、本法での近似最適解(=全世代での発生頻度最大の解)(本法-1)に加えて、全世代での発生頻度の上位20の解について、モンテカルロ法を用いて全ての仕事の完了時間を求め、その値が最小となる解(本法-2)を求めた。GAの条件としては、1000個体,200世代、交叉におけるランダム交叉率を0.5とした。そして、予備実験の結果を基に、(1),(2),(3),(4)の各条件に対して、突然変異率、交叉率を、各々、(1)0.3,0.3,(2)0.5,0.5,(3)0.4,0.4,(4)0.3,0.2として、本実験を行なった。

仕事	機械 (処理所要時間)					
1	3(1)	1(3)	2(6)	4(7)	6(3)	5(6)
2	2(8)	3(5)	5(10)	6(10)	1(10)	4(4)
3	3(5)	4(4)	6(8)	1(9)	2(1)	5(7)
4	2(5)	1(5)	3(5)	4(3)	5(8)	6(9)
5	3(9)	2(3)	5(5)	6(4)	1(3)	4(1)
6	2(3)	4(3)	6(9)	1(10)	5(4)	3(1)

表1: 6仕事,6機械のジョブショップ問題

4.2 結果

実験結果の例を表2に示す。ここで、解とは、各機械での仕事の処理順序を表す表現型の個体である。発生した解の種類は、57457~97715であった。従来法と本法の比較を表3に示す。ここで、本法-2における()内の数字は、選ばれた解の出現頻度順位を示している。本法により、良好な近似最適解が得られた。また、上位解の中から、モンテカルロ法を用いて、全ての仕事の完了時間(平均)の最小のものを選ぶことが有効であった。

個体数	解			全ての仕事の 完了時間平均値
19656	143625	246153	312546	56.82
	364125	253416	362154	
7893	134625	624135	132546	60.31
	361452	235461	362514	
184	416532	642513	351246	60.81
	631542	521463	635124	
173	146352	625413	513246	61.03
	631452	524613	653214	
142	413652	462513	351246	59.45
	364152	524361	365214	

表2; 出現頻度の上位解(変動係数; 0.1)

変動係数;	0	0.1	0.2	0.3
従来法 ;	61	64.49	68.75	71.43
本法-1 ;	56	56.82	61.59	67.13
本法-2 ;	55(2)	56.82(1)	59.80(7)	63.61(4)

表3 従来法と本法の比較(全ての仕事の完了時間(平均))

5 結言

確率的ジョブショップ問題に、不確定環境型GA及び拡張したヒューリスティック交叉を適用した。本法の結果は、モンテカルロ法等による結果からして妥当なものと考えられる。

参考文献

- [1] Y.Yoshitomi,H.Ikenoue,T.Takeba and S.Tomita. "Genetic Algorithm in Uncertain Environments for Solving Stochastic Programming Problem", 日本オペレーションズ・リサーチ学会論文誌, 43(2000),266-290.
- [2] Y.Yoshitomi. "Genetic Algorithm in Uncertain Environments for Solving Stochastic Job-Shop Scheduling Problems", スケジューリング・シンポジウム'99 講演論文集, (1999),119-124.
- [3] B.Giffler and G.L.Thompson, "Algorithms for Solving Production Scheduling Problems", *Operations Research*, 8(1969), 487-503.
- [4] T.Yamada and R.Nakano, "A Genetic Algorithm Applicable to Large Scale Job-Shop Problems", *Parallel Problem Solving from Nature 2*, (1992), 281-290.
- [5] J.F.Muth and G.L.Thompson. *Industrial Scheduling*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.(1963).