

不確定環境型GAの確率的スケジューリング問題への適用

01704426 宮崎大学 *吉富康成 YOSHITOMI Yasunari
宮崎大学 山場久昭 YAMABA Hisaaki
01307856 宮崎大学 富田重幸 TOMITA Shigeyuki

1 緒言

著者らは、確率計画問題の解法として、遺伝的アルゴリズム(GA)の環境(目的関数、制約条件など)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, 2]。本法では、世代ごとに、目的関数、制約条件等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、本法を確率的画像圧縮問題へ適用し、その有効性を示した[3]。

本報では、広範な応用展開が期待できる確率的スケジューリング問題にこの不確定環境型GAを適用し、その有効性を検討した。

2 対象とする問題

ガントチャートに配置する仕事の順番を決めるジョブショップ問題において、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スケジューリング問題を対象とした。

- 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。
- 全ての仕事が完了する時間の期待値を最小にするような、ガントチャートへの各仕事の投入順番を決める。

ここで、ガントチャートに投入する時の仕事の順番を決めるという問題設定は、GAにおける致死遺伝子の処理の容易さから選択したものである。

GAの処理条件として、遺伝子型としては順序表現を用い、ルーレット戦略、1点交叉、1点突然変異を採用、適応度関数 f は、 $f = t_{max}/(T - t_{max})$ とした (t_{max} :各仕事を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)。

3 適用例

3.1 条件

表1に示した6仕事、6機械のジョブショップ問題[4]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ような正規分布と仮定した。そして、その標準偏差は、平均値の(1)0.1倍、(2)0.2倍、(3)0.3倍、の3通りの条件に設定した。また、処理所要時間を、表1の値に固定した場合について、全ての実行可能解における全ての仕事の完了時間を別途求めた。そして、処理所要時間を固定した場合の最適解、処理所要時間を確率変数とした場合の本法の近似最適解(個体数最大の解に対応)については、モンテカルロ法を用いて(1),(2),(3)の条件における全ての仕事の完了時間を求め、本法との比較を行なった。

GAの条件としては、1500個体、交叉確率:0.6、突然変異確率:0.05を用いた。確率分布における標準偏

差が大きくなるに伴い、GAの解の全世代での頻度分布が収束するまでに必要となる世代数が大きくなる傾向があるため、世代数としては、(1),(2),(3)それぞれの標準偏差条件に対して、各々、1500,3000,4000を用いた。

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

3.2 結果

実験結果の例を表2に示す。ここで、解とは、ガントチャートへの仕事の投入順番を表す表現型の個体である。確率分布の標準偏差が大きくなると、個体数の分布状態がなだらかになる傾向がみられるとともに、標準偏差に応じて本法の近似最適解が異なるものになった。

変動係数: 0.1				0.3									
個体数	解			個体数	解								
117619	2	3	6	5	1	4	151915	2	3	6	4	1	5
109540	3	2	6	5	1	4	144921	2	3	6	5	4	1
75861	2	3	4	6	1	5	140899	2	3	6	5	1	4
73464	2	3	6	5	4	1	129415	2	3	6	4	5	1
70436	2	3	6	4	1	5	129415	2	3	6	4	5	1
69705	3	2	6	4	1	5	115469	2	3	1	6	5	4
67231	3	2	4	6	1	5	108366	2	3	4	6	1	5
62926	6	2	5	4	3	1	107427	2	3	4	6	5	1
61731	3	2	6	5	4	1	96090	3	2	6	4	1	5
56849	2	3	4	6	5	1	87822	2	3	4	5	6	1

表2: 出現頻度の上位解

標準偏差=0に相当する確定条件での3つの等価な最適解(125436と125463と253614)の個体数は、変動係数(=標準偏差/平均値):0.1の条件で、本法の近似最適解の3分の1以下となり、標準偏差が大きくなるに伴い、出現頻度が低下する傾向がみられた。表3に、本法の結果とモンテカルロ法の結果を

示す。変動係数が0.3と大きい場合には、個体数が多い解は仕事完了時間が短い傾向が見られる。変動係数の小さい場合には、その傾向が明確ではない。この原因については今後検討する必要がある。

解	仕事完了時間*	相対個体数**
125436	77.5	0.0006
125463	77.5	0.0002
253614	77.1	0.15
236514	73.0	0.93
236415	69.7	1.00

表3: 本法とモンテカルロ法の結果比較 (変動係数=0.3)

*:モンテカルロ法平均値, **:個体数/最大個体数

4 結言

確率的スケジューリング問題に、不確定環境型GAを適用した。本法の近似最適解は、確率分布条件に応じて、異なるものとなった。変動係数が比較的大きい場合には、本法の結果は、モンテカルロ法による結果からしても妥当なものと考えられる。今後は、より規模の大きい問題や、制約条件等の複雑な問題にも本法を適用していく。更に、最適解になる確率が最大となるスケジュールや、目的関数値がある値以下になる確率が最大となるスケジュールなども決定できるように、本法を拡張していく予定である。

参考文献

- [1] 池之上博子, 吉富康成, 富田重幸, “不確定環境下GAの確率的整数計画問題への適用”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集,(1997),28-29.
- [2] Y.Yoshitomi,H.Ikenoue and S.Tomita, “Genetic Algorithm in Nonstationary Environments for Solving Stochastic Programming Problem”, Abstracts of 5th International Conference on Parametric Optimization and Related Topics,(1997),24.
- [3] 吉富康成, 竹葉寿史, 富田重幸, “不確定環境型GAの確率的画像圧縮問題への適用”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集,(1998),48-49.
- [4] J.F.Muth and G.L.Thompson, *Industrial Scheduling*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.(1963), 226.