

分散型遺伝的アルゴリズムにおけるパラメータの動的調整

1 M-6

仲田 優 渡辺克彦

鹿島建設株式会社 情報システム部

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム(GA)は、生物進化の過程を模した確率的探索アルゴリズムであり、各種の最適化問題に対する有効性が実証されつつある。しかし、解の精度を大きく左右するパラメータ調整および膨大な計算量に対する効率的な処理が大きな課題となっている。

GA では各個体間の独立性が高いことから並列処理の適用が容易であり、高速化が期待できる。また、集団を分散させることにより、全体への局所解の伝播を避け、より良い解が得られることが期待される。既に提案されている分散型GAでは、ほぼプロセッサ数に比例した高速化が実現しており、得られる解も従来のGAと比較して同等かそれ以上であることが確認されている。

今回、分散型GAにおいて、パラメータの動的調整を行うこととした。高速性を確保しつつ、パラメータ調整という煩雑な作業を省いて、容易に妥当な解を得るためのGAの検討と評価を行ったので報告する。

2. アルゴリズム

2.1 分散型GA

従来のGAでは単一の遺伝子集団を生成し、その中で、選択・交叉・突然変異などの操作が行われる。一方、分散型GAでは集団を複数の集団に分割し、分割された集団の中で各種GA操作が行われる。分割した集団を複数のプロセッサに割り当てて並列処理を行うことにより、処理の高速化が実現する。

ここで、それぞれの小集団が完全に独立に動作するのであれば、従来のGAを複数回実行することと同じである。この場合、分割によって個体数が少なくなり、遺伝子の多様性の低下が懸念される。そこで、分割された各集団の間で遺伝子を交換(移住)する操作を加え、各集団における遺伝子の多様性を確保する。これにより、従来型のGAと同様かそれ以上の解を短時間で求めることを目標としている。

2.2 パラメータの動的調整

分散型GAにおいて、分割した各集団に独自のパラメータ(突然変異率、生存率など)を持たせ、独自環境下で遺伝子を進化させる。

移住が行われる際に、他より適応度の高い遺伝子を

生成した集団は、そのパラメータを保持し、他の集団は自分のパラメータの修正を行う。

このように分割された各集団において、最適なパラメータを模索しながらGAオペレーションを行わせ、全体として良い解を求めようとするものである。

3. 適用と評価

3.1 適用問題と実装

GAの評価によく用いられるDeJongのテスト関数F1,F5への適用を行った。F1は単峰型、F5は多峰型の関数であり、次の様に定義される。

$$F1: f_1(x_1, x_2, x_3) = \sum_{i=1}^3 x_i^2, (-5.11 \leq x_i \leq 5.12)$$

$$F5: f_5(x_1, x_2) = 0.002 + \sum_{j=1}^{25} \frac{1}{j + \sum_{i=1}^2 (x_i - a_{ij})^6}$$

$$(-65.535 \leq x_i \leq 65.536)$$

2進数による符号化を行い、関数の値を適応度として関数の最大値を探索する。

3台のEWSとPVM(Parallel Virtual Machine)を用いて並列処理環境を整備し、C++でプログラムを作成した。GAには連続世代モデル、ルーレット戦略、一点交叉を用いた。分散型GAの移住に関しては様々な方法が提案されているが、一定世代ごとに一定比率の個体を交換する簡易なものとした。突然変異率と生存率を動的調整を行うパラメータとし、総個体数、世代数、移住間隔(移住が起こる世代間隔)、移住比率をパラメータとして与えることとした。突然変異率と生存率の初期設定および動的調整は次のようにした。

・初期設定

各パラメータ空間を等分割し、分割された各空間から一つづつランダムにパラメータを抽出する。抽出されたパラメータ群の全ての組合せを、各集団に割り当てる。今回は、突然変異率を0.00~0.10から3つ、生存率を0.15~0.75から2つ抽出し、6つの集団に割り当てた。

・動的調整

移住が行われる際に動的調整を行う。最も良い遺伝子を生成した集団では、そのパラメータを保持させる。ただし、別のパラメータ値の可能性を探るため、僅かな幅でランダムに変動させる。その他の集団では、最も良い遺伝子を生成した集団のパラメータに自分のパラメータを25%づつ近づける。

Dynamic Adjustment of Parameters in Distributed Genetic Algorithm

Masaru Nakata, Katsuhiko Watanabe

Intelligent Systems Department, Kajima Corporation,
1-2-7 Motoakasaka, Minato-ku, Tokyo, Japan

3.2 実験と結果

3.2.1 探索能力の比較

従来のGAにおいて様々なパラメータの組合せ(突然変異率,生存率)を用いて問題を解き、最適解が得られる割合を調べたところ、パラメータによって、その割合が著しく変化することが確認できる。(図3-1)

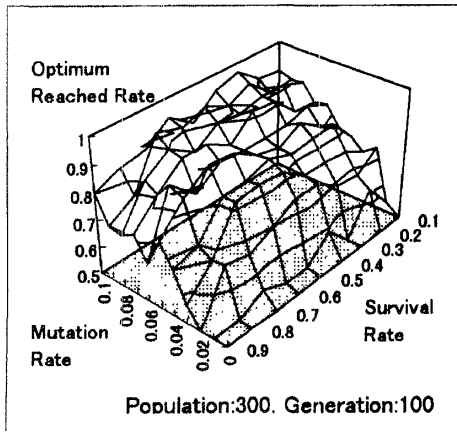


図3-1: 従来型GAにおける最適解到達率(F5)

一方、今回の分散型GAにおいて様々なパラメータの組合せ(移住間隔,移住比率)を用いて同じ問題を解き、最適解が得られる割合を調べたところ、殆どの組合せで高い割合で最適解が得られることが確認できる。(図3-2)

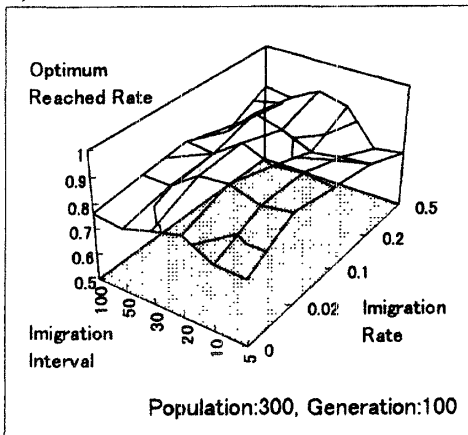


図3-2: 分散型GAにおける最適解到達率(F5)

また、最適解を得るまでの世代数について従来のGAと比較を行った。最適なパラメータを用いた従来のGAよりも多くの世代を必要とするものの、パラメータによる差異が少なく、安定して従来のGAに近い世代で最適解を得ることができる。

上記はF5の場合であるが、F1の場合においても同様の傾向が見られた。但し、もともと簡単な問題であるためかその差は小さかった。

3.2.2 パラメータの動的調整

パラメータの動的調整による効果を調べるため、最終的に良い遺伝子を生成した集団で用いられたパラメータを調べた。

	突然変異率	生存率
F1	0.041 (0.00043)	0.34 (0.0145)
F5	0.061 (0.00035)	0.43 (0.0278)

表3-1: 調整されたパラメータ

個体数:300 世代数:100、移住間隔:10、移住比率4%
100回の平均、括弧内は分散

F1においては突然変異率、生存率ともに低めに集中している。F5においては突然変異率が高めに集中している。これらの傾向は、従来のGAにおいて最適解到達率が高いパラメータの組合せに対応している。

3.3 考察

パラメータの動的調整により、より良いパラメータを得て効果的に探索していると考えられる。最適解を得るまでの速度は必ずしも速いとは言えないものの、パラメータ調整に悩まされることなく、高い割合で最適解を得ることができる利点は大きい。分散型GAでは新しいパラメータが必要になるものの、全体的に安定しており、不適当なパラメータによる解の精度への悪影響は少ないものと思われる。

処理速度は通常分散型GAよりも多少落ちるが、これはパラメータの動的調整の処理が増えたことによる。しかしながら3つのプロセッサを用いておおよそ2.5倍程度の処理速度であり、並列処理としては十分な効果が出ている。

4. おわりに

今回はパラメータ調整を簡素化して妥当な解を得ることを目的としたため、分散型GAにおけるパラメータの影響について深く追求していない。GAにおいては各種パラメータは経験的に決めることが多く、試行錯誤の繰り返しとなる。このアルゴリズムにおけるパラメータの動的調整はそうした状況に対する有効な対処法であり、一種のメタGAと捉えることができる。通常メタGAよりも計算量が圧倒的に少ないことに加えて、並列処理による高速化が実現するため、より効率的なアプローチであると考えられる。

参考文献

- [1] 北野宏明,「遺伝的アルゴリズム」,産業図書,1993
- [2] 北野宏明,「遺伝的アルゴリズム2」,産業図書,1995
- [3] Theodore C. Belding, The Distributed Genetic Algorithm Revisited, ICGA-95, 1995
- [4] 丸山勉ほか,「遺伝アルゴリズムと並列処理」,ICOT Technical Memorandum TM-1115, 1991
- [5] 棟朝雅晴ほか,「集団分割型非同期並列遺伝的アルゴリズムにおける個体交換アルゴリズムの改良と評価」,情報処理学会論文誌 35-9, 1994