

### D-8-22 UV構造を回避するための多スタート GAの提案(D-8. 人工知能と知識処理)

LI, Lei / 李, 磊 / SUENAGA, Arata / 末永, 新

---

(出版者 / Publisher)

電子情報通信学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

電子情報通信学会総合大会講演論文集 / 電子情報通信学会総合大会講演論文集

(号 / Number)

1

(開始ページ / Start Page)

109

(終了ページ / End Page)

109

(発行年 / Year)

2004-03-08

## D-8-22 UV構造を回避するための多スタートGAの提案 Multi-Start Genetic Algorithm for Avoiding UV Structure

末永 新\* 李 磊\*\*  
Arata SUENAGA Lei LI

\*法政大学大学院 工学研究科  
\*Graduate School of Engineering, Hosei University

\*\*法政大学 工学部  
\*\*Faculty of Engineering, Hosei University

### 1. はじめに

近年、レンズ設計や Fletcher and Powell 関数(FP 関数)の最適化問題などの複雑な景観の問題において、従来の遺伝的アルゴリズム(GA)ではしばしば局所解に陥ってしまう UV 構造という問題構造の存在が報告、研究されている[1].

本稿では UV 構造をもつ問題において的確に最適解を発見するための進化計算法、多スタート GA を提案する。そして本手法を FP 関数の最適化問題に適用し、有効性を示す。

### 2. UV 構造

UV 構造とは大域的な多峰性の問題において、集団が最適解から遠く離れた局所解に収束してしまう現象を引き起こす構造である。UV 構造は以下の様に分類される。

- ・初期解を生成した時点ですでに最適解周辺の集団の評価値が相対的に劣ってしまう構造
- ・最適解を含む谷が相対的に小さかったり探索空間の境界に位置する構造
- ・最適解を含む谷が他の谷に比べて非線形性が強かったり、より多くの局所解を含む構造

### 3. MGA の提案

このような UV 構造を克服するために、小さい範囲で初期化した単一集団を局所探索に優れた方法で探索を進める戦略が考えられる。集団は小さい範囲で初期化されるため局所解によく陥ることになるが、その都度再初期化を繰り返す事とする。このアルゴリズムを多スタート遺伝的アルゴリズム(Multi-start Genetic Algorithm: MGA)と呼ぶ。以下に MGA のアルゴリズムを示す。

- (1) 集団を小さい領域で初期化する。
- (2) 集団の分散を算出する。
- (3) 分散の値が定められた数値以上であれば交叉オペレータを、そうでない場合は突然変異オペレータを適用する。
- (4) 悪い評価値かつ集団の多様性がなくなったら再初期化を行う。
- (5) (2)に戻る。

MGA では主な探索方法として(3)の突然変異オペレータを採用している。これは局所探索法として、交叉オペレータよりも突然変異オペレータの方が適しているためである。探索の流れとしては、まず交叉オペレータにより小集団の探索の方向を決め、その後突然変異オペレータで谷底に探索を進めるといった形になる。交叉オペレータには UNDX-m と DDA[2]、突然変異オペレータには XLM[1] と以下の世代交代モデルを用いる。

- (1) 集団からランダムに中心個体を 1 つと、 $m+1$  個の親を非復元抽出する。
- (2)  $i=0, j=0$  とする。中心個体を変異個体[0]とする。

- (3) 変異個体[i]と(1)で選んだ  $m+1$  個の親に XLM を実行し変異個体[i+1]を生成する。jに 1 を加える。
- (4) 変異個体[i+1]の評価値が変異個体[0]の評価値よりも良ければ i に 1 を加える。
- (5) j が予め決められた子個体生成数以下なら(2)へ戻る。
- (6) すべての変異個体のなかで最良の変異個体を次世代個体として選択し、(1)の中心個体と交代する。

### 4. 実験

MGA を 30 次元 FP 関数に適用し、実験を行った。FP 関数最適化は最小化問題であり、次式で与えられる。

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (A_i - B_i(x))^2 \quad n=30$$

$$\begin{cases} A_i = \sum_{j=1}^n (a_{ij} \sin \alpha_j + b_{ij} \cos \alpha_j) \\ B_i(x) = \sum_{j=1}^n (a_{ij} \sin x_j + b_{ij} \cos x_j) \end{cases}$$

ここで、 $a, b, \alpha$  は乱数の組で、[1]に従った。30 次元 FP 関数では少なくとも 12 種類の最適解の存在が確認されている。

実験条件は交叉方法に UNDX-15, XLM の主探索次元を 15, 集団の個体数は 50, 交叉、または突然変異による生成子個体数を 100, 初期化の範囲は探索領域の 1/1000 を占めるようにした。これらの条件のもと 50 回の試行を行った。計算機環境は CPU に Pentium4 2.4GHz, メモリは 512MB を用いた。結果を表 1 に示す。比較対照は UNDX-m/DDA, ANS とした[1]。最適解に到達するまでの計算時間は ANS では約 250 分であるのに対し、MGA では約 50 分であった。

表 1. MGA および従来手法による試行結果(50 試行)

	UNDX-m/DDA POP:3000	ANS POP:3000	MGA POP:50
最適解到達数	40	45	50
到達最適解種類	1	9	10

### 5. まとめ

今回 UV 構造に対する新しい手法として MGA を提案した。そして MGA を FP 関数の最適化に適用することにより、従来手法と比較して多様な最適解を高確率で、さらに高速かつ省資源で発見できることを確認した。

### 6. 参考文献

- [1] 高橋治, 木村周平, 小林重信, "交叉的突然変異による適応的近傍探索-騙しのある多峰性関数の最適化-", 人工知能学会論文誌, Vol16, No.2-C, pp.175-184(2001)
- [2] 高橋治, 小林重信, "距離情報を活用する世代交代モデルを用いた実数値 GA による高次元多峰関数の最適化", 第 27 回知能システムシンポジウム, pp.139-144(2000)