

複数解探索を考慮した分散型 Bat Algorithm

研究奨励賞対象

SS04-10

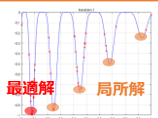
○岩瀬拓哉 高野諒 上野史 佐藤寛之 高玉圭樹 (電気通信大学)

背景

多峰性最適化における複数解探索

複数の解を保持することで環境変化により
解の場所が変化しても適用可能

目的: 最適解だけでなく局所解を探索可能なアルゴリズムの構築



従来

Bat Algorithm(BA) [X.S. Yang, 2010]

大域探索と局所探索を自動で切り替えることが可能

STEP1: 最良個体方向へ探索

$$v_i^{t+1} = v_i^t + (x_i^t - x_{i*}^t) * rand$$

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad rand \text{ (は0から1の乱数)}$$

STEP2: グローバルベスト近辺を局所探索

if $rand > r_i$

$$x_{loc} = x_{i*} + \epsilon A_i^t \quad \epsilon \text{ (は} [-1, 1] \text{の乱数)}$$

endif

STEP3: ランダム探索

$$x_{rnd} = x_{lb} + (x_{ub} - x_{lb}) * rand$$

STEP4: 評価と更新

if $rand < A_i^t$ &

$min(F(x_i), F(x_{loc}), F(x_{rnd})) < F(x_{i*})$

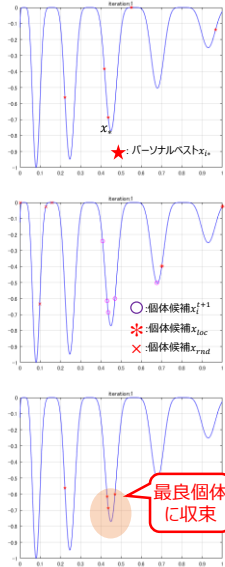
x_{i*} を更新 更新する毎に

$$A_i^{t+1} = \alpha A_i^t \quad \text{評価回数} \nearrow \text{局所探索} \nearrow$$

$$r_i^{t+1} = r_i^t [1 - \exp(-\gamma t)]$$

endif

STEP5: 探索終了 (or STEP1へ戻る)



提案

Niche Radius-based Bat Algorithm(NRBA)

Niche Radius [D. Beasley, et. al., 1993] の導入

探索空間のスケールと解の数に基づいた距離(Niche Radius)を算出

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{(x_{ub} - x_{lb})^2} \quad NR = \frac{\lambda}{\sqrt[q]{q}}$$

探索範囲の上限と下限: x_{ub}, x_{lb} 次元数: D 解の数: q

STEP1: 最良個体から離れる方向へ探索

$$v_i^{t+1} = v_i^t + (x_i^t - x_{NR*}^t) * rand$$

$$x_i^{t+1} = \begin{cases} x_i^t + v_i^{t+1} & (\text{if } d_i < NR) \\ x_i^t & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

STEP2: NR内で局所探索

if $rand > r_i$

$$x_{loc} = x_{NR*} + \epsilon A_i^t$$

endif

STEP3: NR内でランダム探索

$$x_{rnd} = x_{NR*} + *rand(-NR, NR)$$

STEP4: 評価と更新

if $rand < A_i^t$ &

$min(F(x_i), F(x_{loc}), F(x_{rnd})) < F(x_{i*})$

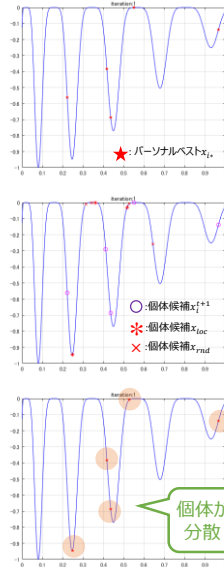
x_{i*} を更新

$$A_i^{t+1} = \alpha A_i^t$$

$$r_i^{t+1} = r_i^t [1 - \exp(-\gamma t)]$$

endif

STEP5: 探索終了 (or STEP1へ戻る)



実験内容

複数解探索性能の比較

BA vs NRBA

評価指標

$$\text{解発見率} = \frac{\sum_{run=1}^{MR} \text{発見した解の数}}{\text{全最適解及び最適解数} * MR}$$

解発見の定義: (解座標) - (最近傍個体座標) < 0.1

パラメータ設定

個体数: N	50	実験回数: MR	30
世代数: Iteration	10000	ラウドネス: A^0	1
		パルスレート: r^0	rand [0,1]
次元数: D	2	α, γ	0.9

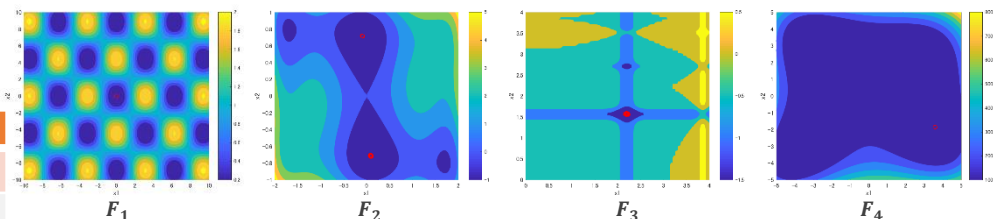
問題設定

解の数/形状が異なる
評価関数を使用

関数	F_1 : Griewank	F_2 : Six-Hump Camel	F_3 : Michalewicz	F_4 : Himmelblau
探索範囲	$x_i \in [-10, 10]$	$x_1 \in [-2, 2]$ $x_2 \in [-1, 1]$	$x_i \in [0, 4]$	$x_i \in [-5, 5]$
最適解の座標	$x_* = [0, 0]$	$x_* = [\pm 0.0898, \mp 0.7126]$	$x_* = [2.20, 1.57]$	$x_* = [3.2, -2.8051, 3.2832, -3.7793, -3.2832, 3.5845, -1.8481]$
最適解数 / 局所解数	1 / 16	2 / 2	1 / 1	4 / 0

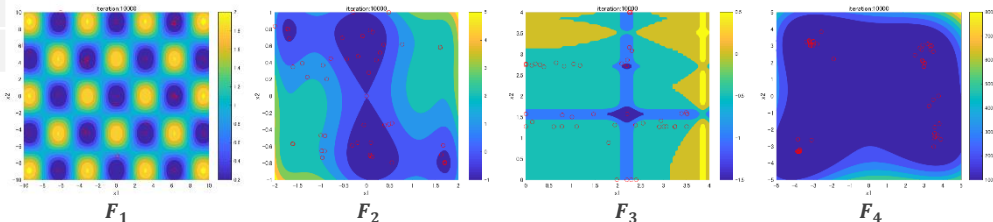
実験結果

BAの個体分布



最適解に収束

NRBAの個体分布



最適解+局所解に分散

最適解, 局所解付近に分散

直線状に分散

最適解周辺に強く収束

結論

NRBAは従来手法より複数解探索性能が大きく向上し、最適解だけでなく局所解を保持することが可能