

成長型粒子群最適化法を用いた複数解探索

A Growing Particle Swarm Optimizer for Identification of Multi-Solutions

竹村 卓也¹ 佐藤 拓海¹ 斎藤 利通¹
Takuya Takemura Sato Takumi Toshimichi Saito

法政大学 理工学部 電気電子工学科¹
Department of Electronics and Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, Hosei University

1 まえがき

本論文では解の個数の分からない複数解問題を対象とする粒子群最適化を提案する。解の個数を自動的に算出するために発見的なサブルーチンを含んでいる。また、粒子の成長として粒子の増加を含んでいる。

2 本論

粒子群最適化法 (PSO[1]) は群知能の一種で、鳥の群れや魚群の行動を基にした最適化手法である。微分不可能な問題に使える、大域的探索に適している等の特徴がある。

本論文では、大域探索の為、粒子の増加を考慮した PSO を提案し、その動作の検討を行う。また、MSP を対象とした解の個数を自動的に判別するアルゴリズムを提案する。本アルゴリズムでは探索範囲において解の位置と個数を自動で判別するものである。このアルゴリズムは様々な問題への応用が期待されるが、本論文ではその第一歩として問題に対して適応する。基本的な数値実験によって、解探索と解の位置と個数の探索の過程を調べる。本論文の結果は柔軟な複数解問題アルゴリズムを開発する為の基本情報となり得るかもしれない。

x_s^i を i 番目の解で、 N_A を解の総数とする。

STEP1: 粒子 P^i を初期化する。

STEP2: 各粒子の位置 \vec{x}_i^t を目的関数 $F_A(\vec{x}_i^t)$ によって評価する。粒子 \vec{P}_i^t の位置が式 (1) の条件を満たした時、それは近似解として記録される。

$$0 \leq F(\vec{x}_i^t) < C_A \quad (1)$$

STEP3: 各粒子のパーソナルベストとローカルベストを更新する。

STEP4: 速度ベクトルと位置ベクトルを更新する。

ただし、パラメータの w と c は乱数要素を含まない決定論的なパラメータである。

STEP5: 記録された解がどの領域に存在しているかも判別する。

$$\text{if } \|(\vec{x}_s^i - \vec{x}_i^t)^2\| > r \\ \vec{x}_s^i = \vec{x}_i^t \quad (2)$$

ただし、式 (2) はユークリッド距離を用いる。 r は解の範囲を決める定数である。領域に属さなかった解候補を新たな解とみなす。

STEP6: パーソナルベストが以下の式を十分に満たした時、その粒子の情報は初期化される。

$$\vec{x}_{pbest_i}^t < \frac{C_A}{2} \quad (3)$$

STEP7: 探索時間 t が時間 t_n に達するごとに現在の粒子の数だけ粒子の増加を行う。増加粒子は結合系の中に増加され、増加粒子の情報は初期化されている。また、初期粒子数 $N_0 = \alpha$ とすると、増加粒子数は α である。STEP8: 終了条件として PSO による探索を任意の回数を行う。その都度見つけられた解の個数を記録し、平均探索個数を記録する。次に粒子の増加を行い同様に探索する。同時に最大探索結果を記録し、解発見個数が最大探索結果を下回らず、前回の平均探索結果と等しい時に終了する。これは、探索に必要な粒子の数をも探索できるものと考えられる。

簡単のため次の基本的な問題を用いる。

$$F(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = \cos(2\pi x_1) + \cos(2\pi x_2) + 2$$

上式は $[X_L, X_R]$ の採る値によって解の数が変化する。その関係を以下に示す。また、探索結果として終了状態と探索平均解発見個数と平均必要粒子数を以下に示す。

表 1 $[X_L, X_R]$ と解の個数の関係

$F(x)$	$F(1)$	$F(2)$	$F(3)$	$F(4)$
$[X_L, X_R]$	$[-2.0, 2.0]$	$[-3.0, 3.0]$	$[-4.0, 4.0]$	$[-5.0, 5.0]$
#sol	16	36	64	100

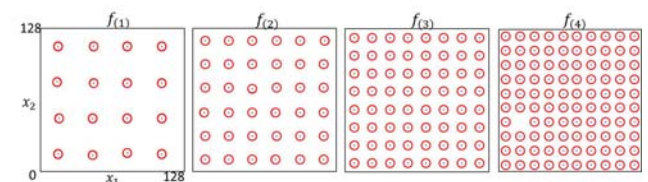


図 1 探索結果。

表 2 平均解発見個数と平均必要粒子数

$F(x)$	$F(1)$	$F(2)$	$F(3)$	$F(4)$
N	73.5	206.5	328	713
#sol	15.5	35.45	63.55	98.65

3 むすび

PSO の、複数解の個数と位置を求める問題において粒子の数と解の個数について考察した。また、終了条件を工夫し必要粒子数を考察した。局所解への回避として情報の更新が行われない粒子に対しての初期化を用いた。また、粒子群全体の多様性を持たせるため粒子数の増加を導入した。以下の様な問題の考察は今後の課題である。汎用性のある複数解の個数と位置探索アルゴリズムの開発、解の個数が多い問題や解の分布が複雑な問題への適応、工学的応用。

参考文献

- [1] A. P. Engelbrecht, Wiley, 2005.
- [2] T. Takemura, T. Sato and T. Saito, Proc. NOLTA, 2014.