

信頼領域法と Kernel Fuzzy C Means 法を用いた 動的近傍粒子群最適化の改良

野口 大地[†] 安達 雅春[†]
[†] 東京電機大学工学部電気電子工学科

1. はじめに

最適化手法の一種である粒子群最適化 (PSO : Particle Swarm Optimization) には最適化の対象とする問題が多峰関数である場合や高次元である場合には最適解の探索性能が落ちる欠点が存在する. 本研究では, これらの問題に対応することが可能である信頼領域法および Kernel Fuzzy C Means 法を用いた動的近傍粒子群最適化手法[1]の改良を行い, ベンチマーク関数として知られる 4 つの関数を使用して最小化問題における従来法との比較を行う.

2. 研究内容

従来法[1]では, 解探索の効率を上げる方法の一つとして, 探索最小位置を x_{min} , 探索最大位置を x_{max} , とすると, 式(1)で定義される解探索領域

$$\Delta \in [x_{min}, x_{max}] \quad (1)$$

を縮小する信頼領域法を取り入れている[1].

しかしながら, ベンチマークテスト用関数として用いられる Rosenbrock 関数などのように最適解が 0 以外であるような関数において, 領域を縮小しすぎた場合には, 最適解の探索が困難である. 本研究では, 最適解が 0 以外の関数においても, より有効となる最適化手法を提案する.

3. 使用する PSO の変更

提案手法では前述の問題を改善するために, より有効な解探索が行える直交学習(OL : Orthogonal Learning)法を取り入れた OL-PSO[2]の解探索更新式(2)を用いた.

$$\begin{cases} p_{od} = p_{id} \oplus g_{id} \\ v_{id}(k+1) = wv_{id}(k) + cr \{p_{od}(k) - x_{id}(k)\} \\ x_i(k+1) = x_i(k) + v_{id}(k+1) \end{cases} \quad (2)$$

ここで, p_{id} は i 番目の粒子の過去から現在時刻 k にかけての最良な位置, g_{id} は i 番目の粒子の最良近傍位置, p_{od} は OL 法[2]によって算出されるガイダンスベクトルの要素, v は速度, x は位置である. 表 1 に使用した定数値を示す.

表 1 使用した定数値

手法名	加速度定数 c	乱数 r の範囲	慣性係数 w
従来法	1.49	0.0 - 1.0	0.8
提案法	2.50	0.0 - 1.0	0.2 - 0.8

4. シミュレーション結果

性能評価には, 代表的なベンチマーク問題である以下に示す, Rosenbrock,

$$f(x) = \sum_{i=1}^{D-1} (100(x_i^2 - x_{i+1})^2 + (x_i - 1)^2) \quad (3)$$

Griewanks

$$f(x) = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^D x_i^2 - \prod_{i=1}^D \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1 \quad (4)$$

Sphere

$$f(x) = \sum_{i=1}^D x_i^2 \quad (5)$$

Rastrigin

$$f(x) = \sum_{i=1}^D (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10) \quad (6)$$

をそれぞれ使用した.

シミュレーション実験結果を表 2 に示す.

表 2 30 試行における暫定最適値の平均値 (30 次元)

関数名	従来法[1]	提案法
Rosenbrock	28.8	16.7
Griewanks	0.0761	0.0159
Sphere	1.80×10^{-87}	5.15×10^{-9}
Rastrigin	0.0	1.33×10^{-13}

5. むすび

実験結果より, Rosenbrock 関数においては探索停滞の有効な改善がされているといえる. また, Griewanks 関数においては, 僅差ではあるが, 従来法よりも優れた値となった. 一方, 他の関数, 特に Sphere 関数については, 従来法より極めて劣化したといえる. これは, 探索停滞時において, 探索領域の拡大アルゴリズムを取り入れているためであると考えられる. 今後の課題としては, 計算コストの減少および最適解への到達率の向上が挙げられる.

参考文献

- [1] Jianchao Fan, Jun Wang and Min Han, Proceedings of IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL.22, NO.4, pp.829-839, AUGUST 2014.
- [2] Zhi-Hui Zhan, Jun Zhang, Yun Li, Yu-Hui Shi, Proceedings of IEEE TRANSACTION ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, VOL.15, NO.6, pp.832-847, DECEMBER 2011.