

# 事前に取得した解の存在確率分布を考慮した進化計算法の検討

西村 晋平<sup>†</sup> 長尾 智晴<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 横浜国立大学 理工学部

<sup>††</sup> 横浜国立大学 大学院環境情報研究院

## 1. はじめに

進化計算法は生物の進化から着想を得た最適化アルゴリズムである。対象問題の連続性や微分可能性を仮定する必要がないため、さまざまな実問題に応用され成果を示している。しかし、進化計算法の問題点として、最適解を得るのに多くの評価回数を要することが挙げられる。

本研究では前述の問題を解決するために解の存在確率分布に着目し、それを考慮した進化計算法を提案する。ここで本研究における解の存在確率分布とは、与えられた問題がある解をとる確率を記述したものと定義する。解の存在確率分布を探索空間の手がかりとして用いることで最適解をより少ない評価回数で得ることを実現する。

## 2. 解の存在確率分布を考慮した進化計算法

提案手法では、進化計算法の一つである Differential Evolution(DE)[1]の突然変異ベクトルに着目し、次の2種類の突然変異ベクトルによる探索を行う。1). は確率分布の山を重点的に探索することを期待している。また 2). は確率分布に依存しない探索である。

1. 基本ベクトルを事前に取得した確率分布から生成

$$\mathbf{v} = \mathbf{x}_{\text{pdf}} + F(\mathbf{x}_b - \mathbf{x}_c)$$

2. 基本ベクトルを従来の DE と同様に個体群の1個体から選択

$$\mathbf{v} = \mathbf{x}_a + F(\mathbf{x}_b - \mathbf{x}_c)$$

ここで  $\mathbf{x}_{\text{pdf}}$  は与えられた確率分布から生成された乱数ベクトル、 $\mathbf{x}_a$ ,  $\mathbf{x}_b$ ,  $\mathbf{x}_c$  は個体群からランダムに選択された個体、 $F$  はスケールリングファクタである。

これらの探索について、探索序盤は 1). による探索によって最適解のあたりを付けていき、探索途中は 2). による探索によって確率分布の山から若干外れた最適解についても探索ができると仮定し、評価回数のしきい値で探索方法の切り替えを行うことで探索性能の向上を図る。

## 3. 性能評価実験

本研究では3次元姿勢推定問題を対象として提案手法の性能評価実験を行った。図1に実験で用いた物体モデル、図2に本実験で作成した距離画像を示す。3次元姿勢推定では図2の距離画像の情報を用いて、図1に示した物体モデルの位置および回転角を推定する。

本実験での解の存在確率分布は事前に物理シミュレータを用いて物体の取り得る姿勢パラメータを複数取得し、それらのデータによく合う確率分布をEMアルゴリズム[2]によって混合ガウス分布で近似したものとする。



図1:物体モデル



図2:距離画像

表1:成功回数および平均評価回数

手法	成功回数	平均評価回数
10000回で切り替え	<u>56</u>	<b>36383</b>
60000回で切り替え	<b>66</b>	78928
切り替えない	5	60550
original DE	52	<u>44660</u>

※最大評価回数は100000回

※正解姿勢と推定結果の姿勢の誤差がしきい値以下なら成功

作成した距離画像に対して従来のDEと比較実験を行った。実験結果の評価には姿勢推定の成功回数および成功に至るまでの平均評価回数をを用いた。また、今回設定した2種類の探索がどの局面で有効かを検証するために評価回数のしきい値を複数設定して実験を行った。

## 4. 実験結果

表1に成功回数と平均評価回数の比較結果を示す。結果から探索途中で探索方法を切り替えることで従来のDEと比較して性能の向上が確認できた。また確率分布による探索は探索序盤では有効であるが、それ以降は探索が停滞してしまい、成功に至るまでの平均評価回数の増加や最適解の探索に悪い影響をおよぼすことが確認できた。

## 5. まとめ

本研究では、解の存在確率分布を考慮した進化計算法を提案した。実験から確率分布による探索の有効性および探索方法の切り替えの有効性が確認された。今後は探索方法の切り替え方法や他の実問題への応用を検討する。

## 参考文献

- [1] Storn, Rainer, and Kenneth Price. "Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces." *Journal of global optimization* 11.4 (1997): 341-359.
- [2] Dempster, Arthur P., Nan M. Laird, and Donald B. Rubin. "Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm." *Journal of the royal statistical society. Series B(methodological)* (1977): 1-38.