

# 対話型遺伝的アルゴリズムにおける 確率モデル構築による子個体生成の検討

## Discussion on Probabilistic Model-Building for interactive Genetic Algorithm

田中 美里 \*1  
Misato TANAKA

伊藤 冬子 \*1  
Fuyuko ITO

廣安 知之 \*2  
Tomoyuki HIROYASU

三木 光範 \*3  
Mitsunori MIKI

\*1 同志社大学 大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Doshisha University

\*2 同志社大学 生命医科学部  
Department of Life and Medical Sciences, Doshisha University

\*3 同志社大学 理工学部  
Department of Science and Engineering, Doshisha University

In this research, we considered applying interactive Genetic Algorithm (iGA) to a product recommendation system. Products that suit a user's taste can be presented by applying iGA to the system and learning the user's preference. However, if the user's taste is biased, the dependence among parameters should be considered. For this reason, we proposed an offspring generation with consideration for this dependence. In the proposed method, first we apply a clustering technique to the archived individuals which a user selected, and then we construct a Probabilistic Model based on that result. We plan on examining the effectiveness of the proposed mechanisms by experimenting with iGA for selecting colors and figures of symbols.

### 1. はじめに

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) の評価に人間の感性を組み込んだ最適手法として、対話型遺伝的アルゴリズム (interactive Genetic Algorithm : iGA) がある。iGA がユーザの嗜好に合った商品の提案に有効であることは先行研究からも明らかとなっている。[高木 2000]

商品推薦システムに対し iGA を用いる場合、設計変数間の依存関係が存在すると考えられる。本報告では、クラスタリングと主成分分析による確率モデルの構築を行い、設計変数間の依存関係について考慮した iGA の交叉手法について提案する。

### 2. 対話型遺伝的アルゴリズムと確率モデル遺伝的アルゴリズム

#### 2.1 対話型遺伝的アルゴリズム

GA とは生物の適応進化を計算機上で模倣する最適手法である。GA では設計変数空間内に生成された複数の個体に対し、評価、選択、交叉、突然変異の遺伝的操作を繰り返す事によって最適解を求める。iGA はこの GA における評価の部分に人間の主観を用いることによって解の探索を行う。そのため、人間の感性という複雑な構造を解析する方法として、定量的な評価が困難な楽曲やデザインなどの生成に多く適用されている。

#### 2.2 確率モデル遺伝的アルゴリズム

確率モデル遺伝的アルゴリズム (Probabilistic Model-Building Genetic Algorithm : PMBGA) は、GA における交叉と突然変異を、以下の二つの操作に置き換えたものであると考えられる。

1. 選択された個体群の分布の推定による確率モデルの構築
2. 構築したモデルに従った子個体の生成

PMBGA では、GA と同様にランダムに生成された個体群の中から良好な解が選択され、その確率分布が推定される。そ

連絡先: 田中 美里, 同志社大学大学院工学研究科,  
京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, 0774-65-6924,  
mtanaka@mikilab.doshisha.ac.jp

して、確率分布に従って生成された新しい子個体が母集団内の個体と置き換えられる。この操作を終了条件を満たすまで繰り返す最適手法である。

#### 2.3 主成分分析

主成分分析 (Principal Component Analysis : PCA) とは、平行移動と座標変換により個体群の分布を変換し、設計変数間を無相関化する手法である。PCA を用いた確率モデルでは、設計変数間の依存関係を考慮した子個体の生成が可能となる。

### 3. iGA のための確率モデルを用いた交叉手法の提案

#### 3.1 概要

iGA における商品推薦の最適化では、商品の色や形などを設計変数として扱う。商品の選択におけるユーザの嗜好に偏りがある場合、その偏りが設計変数間の依存関係として表されることが考えられる。これに対し、本研究では良好な個体の確率分布に従い、新たな子個体を生成する PMBGA の適用を提案する。この確率モデルの構築の際、母集団に対して PCA を行うことで、設計変数間の依存関係を考慮した子個体の生成が可能となる。

また、確率モデルの構築にあたって、ユーザの嗜好の多峰性に対応する必要がある。ユーザの嗜好を目的関数として捉えると、図 1 に示すように嗜好が一つの場合は単峰性の目的関数として、嗜好が複数の場合は多峰性の目的関数として考えることができる。

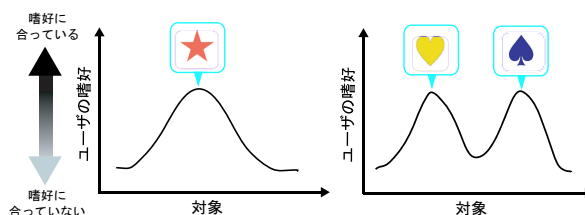


図 1 ユーザの嗜好関数

ユーザの嗜好が多峰性である場合、ユーザの選択個体の分布が偏る可能性がある。このような場合、設計変数空間全体に対して確率モデルを構築するのは不適切である。提案手法ではこの問題を解決するために、クラスタリングを適用する。[廣安 2008]

図 2 に示すように個体群に対してクラスタリングを行い、複数のサブ母集団に分割する。そして、この各サブ母集団に対して PCA を用いることで、ユーザの複数の嗜好に対応し、かつ計変数間の依存関係に考慮した確率モデルの構築を行う。

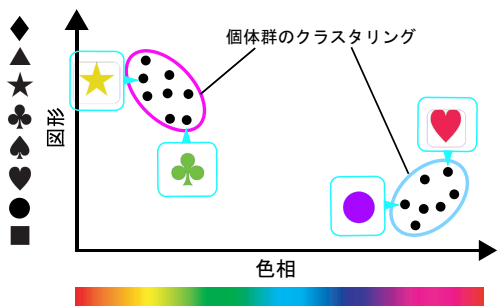


図 2 個体群のクラスタリング

### 3.2 アルゴリズム

以下に提案手法の具体的な手順を以下に示す。

1. 現在の世代までにユーザが選択した個体群に対して、MOCK(MultiObjective Clustering with automatic K-determination)[MOCK 2004] によるクラスタリングを行う。
2. 各クラスターに所属する個体数を求め、クラスター毎に生成する子個体の数を決定する。
3. 各クラスターに対して、以下の操作を行う。
  - (a) PCA により、各設計変数が無相関化されるように変換する。
  - (b) 2 で決定された子個体の数だけ、新しい個体を発生させる。
  - (c) PCA の逆変換を行う。
  - (d) 突然変異として、設計変数を制約条件内においてランダムに変更する。
  - (e) 制約条件外の個体を引き戻す。
4. ユーザに新たな個体群を提示する。

### 3.3 システムによる検討

#### 3.3.1 システムの概要

提案手法の有効性の検討のため、提案手法のメカニズムを組み込んだ iGA システムを実装する必要がある。構築するシステムは、ユーザが好ましいと思うシンボルの色と形を求める iGA システムとする。

まず、目標解を予め設定したユーザエージェントにより、システムの評価実験を行い、システムの提示する個体が目標解に収束することを確認する。その後、被験者による心理実験を行い、提案手法の有効性について検討を行う。

#### 3.3.2 シンボルの表現方法

実験システムにおけるシンボルは、以下のように定義する。

- シンボルの色と形を設計変数とする。
- 色の表現には人間の色知覚に基づいた HSB 表色系 [赤平 2004] を用いる。

- 形は 8 つの図形を用い、人間の感性において類似している形同士を設計変数空間上に隣り合うように配置した。類似については事前のアンケートによって図 2 の縦軸のように定めた。

- 1 シンボルは 1 つの染色体によって表現される。染色体は HSB 系に基づく色相、彩度、明度、また、形の 4 つの遺伝子によって構成される。

#### 3.3.3 システムのインターフェース

実験システムのインターフェースを図 3 に示す。インターフェースにより提示された個体群からユーザは嗜好に合った規定数以下の任意の数の個体を選ぶ。ユーザが選択し、「NEXT」ボタンを押すと実験システムが提案手法による遺伝的操作を行い、次世代の個体を提示する。この評価方法は、個体評価時におけるユーザ負担を軽減に有効である。[廣安 2008]

選択された個体は履歴として保存され、確率モデルの構築に用いられる。

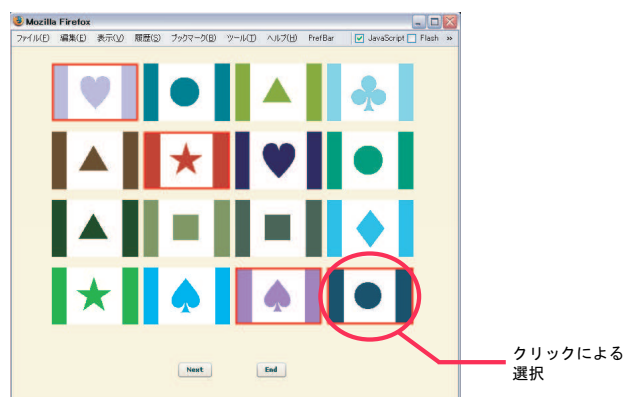


図 3 システムのインターフェース

## 4. まとめ

本稿では、iGA を商品推薦システムのアルゴリズムとして実装することを考え、設計変数間における依存関係について考慮した子個体の生成手法について提案した。提案手法では、ユーザの選択個体に対してクラスタリングを行うことで、ユーザの複数の嗜好に対応し、各嗜好に対して PCA による確率モデル遺伝的アルゴリズムを行うことで各設計変数を無相関化する。

今後はシステムの実装と動作確認、また、心理実験による設計変数間の依存関係の確認、アルゴリズムの有効性について検討を行う。

## 参考文献

- [高木 2000] 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄: インタラクティブ進化計算, 遺伝的アルゴリズム 4, 第 11 章, pp.325-365, 朝倉書店 (2000)
- [廣安 2008] 廣安 知之, 山川 望, 伊藤 冬子, 他: 対話型遺伝的アルゴリズムにおける評価方法と個体生成方法の検討, 情報処理学会研究報告, 2008-MPS-68(2008)
- [MOCK 2004] Julia Handl, Joshua Knowles: Multiobjective clustering with automatic determination of the number of clusters, Technical Report No.TR-COMPSYSBIO-2004-02, UMIST, Department of Chemistry, August (2004)
- [赤平 2004] 赤平覚三: 財団法人日本色彩研究所 (編), デジタル色彩マニュアル, 株式会社クレオ, (2004)