

## 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

廣安 知之<sup>†</sup>, 山川 望<sup>††</sup>, 伊藤 冬子<sup>††</sup>, 三木 光範<sup>†</sup>, 佐々木 康成<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 同志社大学工学部 <sup>††</sup> 同志社大学大学院工学研究科

本研究ではショッピングサイトなどにおいて、商品選択時のユーザの嗜好を学習し、ユーザの嗜好に合った商品提示を行う仕組みとして対話型遺伝的アルゴリズム (iGA) を用いる。iGA を用いることにより、商品選択時のユーザの嗜好を反映した商品提示が可能になると考えられる。しかし、iGA を用いる際はユーザ負担の軽減と嗜好の多峰性について検討する必要がある。本論文では、前者に対し、提示個体からユーザの嗜好に合った個体のみを選択する評価方法、後者に対し、クラスタリングを用いた個体生成方法を提案し、その有効性を検証する。T シャツを対象として、iGA を用い、これら 2 つの提案手法を組み込んだ商品選択支援システムを構築した。構築したシステムにおいて、評価方法、個体生成方法、それぞれの評価実験を行い、提案する評価方法がユーザ負担の軽減に有効であること、提案する個体生成方法が嗜好の多峰性に対応した個体を生成し、提示することができていることを確認した。

## Discussion of the Evaluation Method and the Generation Method of the Individuals for interactive Genetic Algorithm

Tomoyuki HIROYASU<sup>†</sup>, Nozomi YAMAKAWA<sup>††</sup>, Fuyuko ITO<sup>††</sup>, Mitsunori MIKI<sup>†</sup>, Yasunari SASAKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Knowledge Engineering Dept., Doshisha University  
<sup>††</sup> Graduate School of Engineering, Doshisha University

We utilized an interactive Genetic Algorithm (iGA) as the method to reflect the user's taste in the product recommendation system. By applying iGA to the recommendation system, products that suit the user's taste can be presented. When applying iGA to the system, the following two points should be considered; a mechanism to reduce a user's fatigue and a mechanism to treat a user's multi-modal preferences. First, we proposed an evaluation method where the user only selects individuals that suit their taste from the presented individuals, so that the fatigue of the user can be reduced. Secondly, we also considered in the proposed system a method to generate and present individuals that correspond to the user's multi-modal preferences by applying a clustering technique. In this paper we developed a T-shirts selection support system based on iGA with the proposed mechanisms. Experiments were conducted to verify the effectiveness of the proposed method. From these experiments, we found out that the proposed method was effective in reducing fatigue, and that it was capable of presenting individuals that reflected the multi-modal taste of the user.

### 1 はじめに

近年、多くのショッピングサイトで商品推薦が行われている。商品を推薦する際は商品を選んでその時のユーザの嗜好に合った商品を提示することやユーザに負担をかけずに膨大な数の商品の中から目的の商品を探し出せるようにすることが重要であると考えられる。例えば、Amazon<sup>1</sup>やユニクロ<sup>2</sup>では、ユーザが 1 つの商品をクリックするとそのユーザの過去の検索履歴や購入履歴を用いて商品を提示したり、他のユーザがその商品と合わせて購入した商品を提示している<sup>1, 2)</sup>。商品の検索、購入履歴を用いることにより、利用頻度の

高いユーザに対してはユーザの嗜好に合った商品提示が可能である。しかし、利用頻度の低いユーザに対しては商品の推薦に利用できる情報が少ないため、嗜好の合った商品を提示することが困難となる。また、利用頻度に関わらず、商品を選択しているその時のユーザの嗜好を学習する仕組みを利用していないため、商品選択時のユーザの嗜好を反映した商品推薦は困難であると考えられる。

そのため、本研究では商品推薦の仕組みとして、ユーザが好みの商品を繰り返し選択することにより、システムがユーザの嗜好を判断、学習し、ユーザの嗜好に合った商品を提示するシステムの構築を目的とする。ユーザの嗜好を学習し、提示に反映するアルゴリズムとして対話型遺伝的アルゴリ

<sup>1</sup> Amazon, <http://www.amazon.co.jp/>

<sup>2</sup> ユニクロ UT, <http://ut.uniqlo.com/>

ズム (interactive Genetic Algorithm: iGA)<sup>3)</sup> を用いる。これにより、商品選択時のユーザの嗜好に合った商品推薦を行うことができると考えられる。しかし、iGA を利用する際はユーザ負担の軽減について検討する必要がある。一般的に iGA では提示されている個体全てに点数を与えることにより評価を行うため、提示個体数や評価世代数の増加に伴い、ユーザの負担が大きくなるためである。また、商品選択を行う場合や音楽やデザインの生成を行う場合などはユーザの嗜好が複数あると考えられる。そのような場合には複数の嗜好に対応した個体を生成し、提示する必要がある。本稿では前者に対し、提示個体からユーザの嗜好に合った個体のみを選択する評価方法、後者に対し、クラスタリングを用いた個体生成方法を提案する。また、T シャツを対象として、iGA を用いて構築した商品選択支援において、その有効性を検証する。

## 2 対話型遺伝的アルゴリズム

iGA は遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA)<sup>4)</sup> における遺伝的操作をベースとして、人間の主観に基づいて提示された個体に評価を行う手法である<sup>3)</sup>。iGA は GA における評価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<sup>3, 5)</sup>。

## 3 対話型遺伝的アルゴリズムにおけるユーザ負担軽減の検討

### 3.1 提案する評価方法の概要

一般的に iGA では提示個体に対して点数付けを行うことにより、評価を行うが、提示個体数や評価世代数の増加に伴うユーザ負担の増加が問題となる。そのため、ユーザ負担を軽減するような評価方法について検討する。具体的には、嗜好に合った個体のみを選択操作を評価とすることによりユーザ負担の軽減を図る。

提案する評価方法では、ユーザが選んだ個体を親個体とする。ユーザは提示されている個体群から親個体数を上限として、任意の数の個体を選ぶ。ユーザの選んだ個体数が親個体の数に満たない場合はシステムがユーザの選んだ個体とその他の提示個体とのユークリッド距離を求め、距離の小さい個体を親個体として選択する。

## 3.2 提案する評価方法に関する評価実験

### 3.2.1 実験概要

本実験では提示個体からユーザの嗜好に合った個体を選択する評価方法 (以下、提案する評価方法) を用いたシステムと提示個体全てに点数を与える評価方法 (以下、従来の評価方法) を用いたシステムを利用して、評価方法の比較を行い、提案する評価方法がユーザ負担の軽減に有効であるかを被験者アンケートにより検証した。実験に用いたシステムは T シャツを対象とした商品選択支援システムである<sup>6)</sup>。被験者は 20 歳代の男女 20 名 (男性 14 名、女性 6 名) であり、実験順序は被験者間でカウンタバランスをとった。実験では『ショッピングサイトで好きな T シャツを探す』という指示を与え、各システムにおいて 10 世代の評価を行い、アンケートを実施した。

実験に用いたシステムは以下の 2 つのシステムである。

- 提案する評価方法を用いたシステム

図 1 に示した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 10 以下の任意の数の個体を選ぶ。ユーザが嗜好に合った個体を選択し、“next” ボタンを押すとシステムが遺伝的操作を行い、次世代を提示する。



図 1: 提案する評価方法を用いたシステムの動作

- 従来の評価方法を用いたシステム

従来の評価方法を用いたシステムでは図 2 に示すように提示個体の下部に 1~5 点の点数をつけるボタンがあり、ユーザは提示個体全てに対して点数を与えることにより評価を行う。システムは評価値が高い個体を親個体として選択し、交叉、突然変異を行う。交叉、および突然変異は提案する評価方法を用いたシステムと同様である。

なお、初期個体は設計変数空間から均等に設計変数値を決定し、その組み合わせをランダムに生成した。



図 2: 従来の評価方法を用いたシステムのインタフェース

### 3.2.2 実験結果および考察

実験では疲労度、および嗜好性に関するアンケートを実施した。疲労度に関するアンケートにより、提案する評価方法がユーザ負担の軽減に有効であるかを検証した。また、提案する評価方法ではユーザの選択した個体数が親個体数に満たない場合、ユーザの評価を基にシステムが評価、選択を行う。そのため、システムが評価、選択を行うことにより iGA のユーザの嗜好を反映した提示を行うメカニズムに悪影響を与えず、ユーザの嗜好に合った個体を提示することができているかを嗜好性に関するアンケートを行い、検証した。

疲労度のアンケート結果を図 3、嗜好性に関するアンケート結果を図 4 に示す。

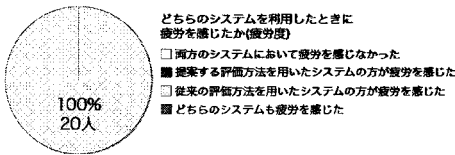


図 3: 疲労度に関するアンケート結果

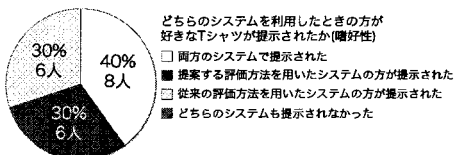


図 4: 嗜好性に関するアンケート結果

図 3 から提案する評価方法がユーザ負担の軽減に有効であることがわかる。嗜好性については図 4 からわかるように、両方のシステムにおいて好きな T シャツが提示されたと回答した被験者と提案する評価方法を用いたシステムの方が好きな T シャツを提示したと回答した被験者が 70% を占めていることから、システムによる評価、選択操作は iGA のユーザの嗜好を反映した提示を行うメカニズムに悪影響を与えておらず、嗜好に合った個

体を提示できていると考えられる。

以上の結果から、提案する評価方法はユーザ負担の軽減に有効であり、従来の評価方法と同様にユーザの嗜好に合った個体を生成し、提示できることがわかった。

## 4 対話型遺伝的アルゴリズムにおける個体生成方法の検討

### 4.1 対話型遺伝的アルゴリズムにおける多様性維持の必要性

ショッピングサイトにおいてユーザに商品を提示する際は、ユーザが商品を選びやすいように嗜好に合った様々な種類の商品を提示することが望ましい。しかし、iGA は単一目的のための最適化手法であるため、探索終盤ではユーザが選択した個体のいずれかに収束する可能性がある。ユーザが商品を選択する際に収束し、同じ商品が複数提示されたとしてもそれらの情報は不要となる。従って、商品推薦の仕組みに iGA を適用する際は、提示個体の多様性の維持について検討する必要がある。また、商品選択を行う場合などにおいて、人間の嗜好は複数存在すると考えられる。嗜好を関数として考えると、嗜好が 1 つの場合は単峰性として、嗜好が複数の場合は多峰性として捉えることができる。嗜好が単峰性の場合、iGA はその単一の嗜好に合った個体を生成し、提示することが可能であると考えられる。しかし、ユーザの嗜好が多峰性である場合、iGA のみを用いるといずれか 1 つの嗜好に合った個体に収束する可能性がある。そのため、本研究では嗜好の多峰性に対応した個体生成方法として、クラスタリングを用いた個体生成方法を提案した。この個体生成方法では、図 5 に示すようにユーザが選択した個体に対してクラスタリングを行い、嗜好の多峰性に対応した個体を生成する。また、提案する個体生成方法が提示個体の多様性の維持に有効であり、嗜好の多峰性に対応した個体を生成できていることを確認した<sup>6)</sup>。

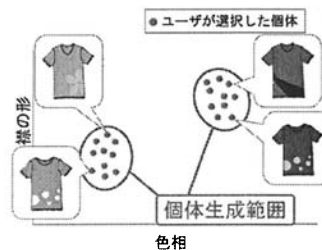


図 5: クラスタリングを用いた個体生成

## 4.2 クラスタリングの導入世代に関する検討

クラスタリングを用いた個体生成方法では、設定した世代までにユーザが選択した個体に対してクラスタリングを行い、個体生成範囲を決定する<sup>6)</sup>。そこで、どの世代でクラスタリングを行うことが有効であるかを検討するため、クラスタリングを導入する世代について実験を行った。

### 4.2.1 実験概要

本実験では 3.2 節の実験で用いたシステムと同様に、T シャツを対象とした商品選択支援システムを利用した。提案する評価方法を用いたシステムにクラスタリングを用いた個体生成方法を組み込み、クラスタリングを行う世代数を 3 世代目、5 世代目、10 世代目に設定し、3 つのクラスタリング導入世代についての比較を行った。被験者は 20 歳の男女 18 名 (男性 12 名, 女性 6 名) であり、実験順序については被験者間でカウンタバランスをとった。なお、実験において与える教示は 3.2 節と同様とし、各システムにおいて 15 世代の評価を行った後にクラスタリング後提示された個体に関してアンケートを実施した。アンケート項目はクラスタリングを導入する世代とクラスタリング後に提示された個体に関する嗜好性の 2 項目である。被験者は選択した個体を基にシステムが学習し、4 世代目、6 世代目、11 世代目に学習した結果、生成された個体が提示されることを理解していた。

### 4.2.2 アンケート結果と考察

クラスタリングを導入する世代に関するアンケート結果を表 1、クラスタリング後提示された個体の嗜好性に関するアンケート結果を表 2 に示す。

表 1: クラスタリングを導入する世代に関するアンケート結果

世代	早い (人)	適当 (人)	遅い (人)
3	15	3	0
5	7	11	0
10	1	7	10

表 2: 嗜好性に関するアンケート結果

世代	嗜好に合っていた (人)	嗜好に合っていなかった (人)
3	10	8
5	12	6
10	15	3

表 1 からわかるように、クラスタリング導入世代が 3 世代目の場合は十分に嗜好を学習できていないと感じた被験者が半数以上を占めた。また、提示個体が収束してしまい、選択できる候補が少なくなってしまうという被験者からの意見が得られた。クラスタリング導入世代が 10 世代目の場合は表 2 からわかるように、嗜好に合った個体が提示された。しかし、もっと早い段階で学習し、提

示に反映してほしいという意見が得られた。また、クラスタリングを行うまでに提示個体が収束してしまうという回答もあった。以上の結果から、今回の実験からはクラスタリングを導入する世代は 5 世代目が妥当であると考えられる。また、クラスタリングを導入する世代が 5 世代目のときは導入世代数が適当であると回答した被験者と、10 世代目のときは嗜好に合った個体を提示されたと回答した被験者が半数以上を占めたため、5~10 世代の間でのクラスタリングの導入について今後検討する必要があると考えられる。

## 5 まとめ

本稿では、商品推薦の仕組みとして iGA を利用するために、評価部分におけるユーザ負担の軽減、および嗜好の多峰性に対応した個体生成方法について検討した。前者に対しては、提示個体からユーザの嗜好に合った個体のみを選択する操作を評価操作とする評価方法を提案し、ユーザ負担の軽減に有効であることを確認した。また、後者に対しては、提案したクラスタリングを用いた個体生成方法におけるクラスタリング導入世代について検討を行った。その結果、今回の実験では 5 世代目でクラスタリングを導入することが妥当であることがわかった。

今後はクラスタリングの対象とする設計変数に関する検討、およびクラスタリングを行う回数について検討を行う。また、本論文では個体生成範囲からランダムに個体を生成したが、どのように個体を生成するかについても検討する必要があると考えられる。

## 参考文献

- 1) Joseph A. Konstan and Bradley N. Miller and David Maltz and Jonathan L. Herlocker and Lee R. Gordon and John Riedl. GroupLens: applying collaborative filtering to Usenet news. Commun. ACM, Vol.40, No.3, pp.77-87, 1997.
- 2) Badrul Sarwar and George Karypis and Joseph Konstan and John Riedl. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. WWW '01: Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web, pp.285-295, 2001.
- 3) 高木 英行, 畷見 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. 産業図書, pp.325-361, 2000.
- 4) D. E. Goldberg. Genetic Algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley, 1989.
- 5) 高木 英行, 畷見 達夫, 寺野 隆雄. 対話型進化計算法の研究動向. 人工知能学会誌, Vol.13, No.5, pp.692-703, Sep. 1998.
- 6) 山川 望, 廣安 知之, 三木 光範. 対話型遺伝的アルゴリズムにおける多様性維持の検討. 情報処理学会研究報告, 2007-MPS-67(2007).