

イメージ語から初期個体を生成する対話型遺伝的アルゴリズム

岡田 典子

1 はじめに

近年、製品設計において、工学的尺度に加え意匠性などの付加価値を高める感性的尺度の重要性が高まっている。これに伴い、感性を工学的に扱う研究が多く行われている¹⁾。しかし、人間の感性をモデル化することは非常に困難である。そこで、人間の評価に基づいてコンピュータに最適化させる手法として、対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm:IGA)²⁾ が注目されている。IGA は遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA) による探索をベースとし、人間が持つ印象などの感性を評価関数として求める解を導き出す手法である。しかし、IGA ではシステムが提示する全ての個体に対し人間が評価を行う必要があるため、個体数や探索世代数を制限することによりユーザの疲労を考慮する必要がある。

そこで、本研究では、ユーザの疲労を軽減することを目的とし、イメージスケールを用いて初期個体を生成する手法を提案する。イメージスケールを用い、ユーザの好みの個体を初期個体に含めることによって、評価回数の軽減を図る。また評価実験を行い、提案手法の有効性について検証する。

2 対話型遺伝的アルゴリズム

2.1 対話型遺伝的アルゴリズムの概要

対話型遺伝的アルゴリズム (IGA) とは、生物の進化をモデルとした最適化手法である遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA) における遺伝的操作をベースとし、人間の主観に基づいた評価を用いることで、解探索を行う手法である。人間による主観的評価を用いることにより、人間の感性をシステムに組み込むことができる。このため、従来の GA と比べて人の感性を取り扱うことに適しているといわれている。

本研究では、ユーザの好みを読み取り、潜在的な嗜好を顕在化させることを目的とし、IGA を適用した。

2.2 対話型遺伝的アルゴリズムにおける課題

IGA では提示される全ての個体に対し、ユーザが評価を行う必要がある。また、IGA では最適解が初期個体に依存する傾向があり、ユーザの好みに合うものが初期個体に含まれない場合には、世代数が増加してしまう。しかし、世代数が多くなればなるほど、ユーザに疲労感を与える。そこで本研究では、IGA におけるユーザの疲労を軽減するため、初期個体の生成方法に着目する。

従来の IGA ではランダムに初期個体が生成されており、初期探索領域は全域探索となっていた。このため、ユーザの好みの領域を探索するまで、世代を重ねる必要

があった。そこで、初期段階でユーザの好みに応じて領域を絞ることで、評価回数を減らしユーザの疲労軽減を図る。本研究では、領域を絞る方法としてイメージスケールを用いる。

3 イメージスケール

本研究では、言語イメージスケール、およびカラーイメージスケール³⁾を用いる。言語イメージスケールを図 1 に、配色イメージスケールを図 2 に示す。

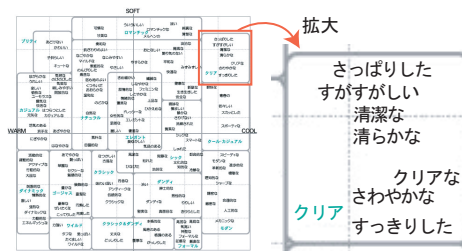


Fig.1 言語イメージスケール

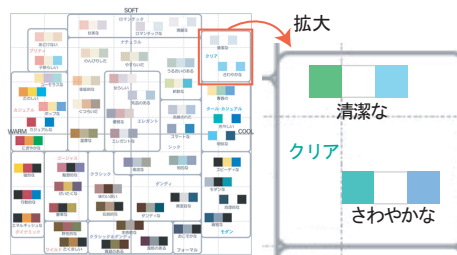


Fig.2 配色イメージスケール

イメージスケールは日本カラーデザイン研究所の小林らによって作成されたものである。言語イメージスケールは、人が色に抱くイメージを形容詞で表し、色との結びつきを調査、スケール化したものである。配色イメージスケールは、WARM-COOL 軸、SOFT-HARD 軸で表現されるイメージ空間上に配色が配置されたものであり、各配色にはその色の特徴を現すイメージ語が関連付けられている。

本研究では、デザインしたいイメージを表すイメージ語をユーザが言語イメージスケールから選択し、選択されたイメージ語に対応する配色を配色イメージスケールから参照し初期個体に用いる手法を提案する。

4 イメージスケールを用いたオフィス空間デザインシステム

4.1 オフィスデザインの表現方法

提案手法を用いた IGA システムとして、個人の執務空間の配色デザインを行うオフィス空間デザインシステ

ムを構築した。システムではパーティション、デスク、およびノート PC の 3 アイテムの色を変更することにより、個人の執務空間の配色デザインを行う。色の表現には、人間の色知覚に基づいた HSB 表色系⁴⁾を用いる。また、システムでは 1 つのデザインを 1 つの染色体により表現する。染色体の構造を図 3 に示す。各遺伝子には、各アイテムの HSB 値を格納する。

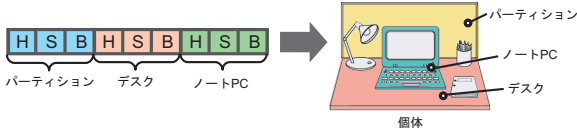


Fig.3 染色体

4.2 オフィス空間デザインシステムの流れ

構築したシステムの流れを以下に示す。

1. 初期個体の生成：ユーザは提示される言語イメージスケール上のイメージ語を選択する。システムは、選択されたイメージ語に対応する配色を配色イメージスケールから探し、初期個体におけるパーティション、デスク、およびノート PC の色とする。なお、本システムではユーザが選択するイメージ語は 3 つとし、1 つのイメージ語から 3 つの初期個体を生成する。
2. 提示：ユーザインタフェースを通じて、ユーザに対し個体群を提示する。
3. 評価：ユーザは提示された各個体に対して、主観に基づき 5 段階で評価を行う。また、次世代に形質を受け継ぎたい個体をエリート個体とする。
4. 選択：ルーレット選択とエリート保存戦略を用いる。
5. 交叉：親個体の色合いに近い色合いの子個体を生成可能な BLX- α を用いる。
6. 突然変異：突然変異率 (0.083) に基づいて、遺伝子の持つ値を変化させる。
ユーザの好みの個体を作成できた時点で解探索を終了する。

5 検証実験

5.1 実験概要

イメージスケールを利用して初期個体を生成する IGA システム (提案システム) と、全ての初期個体をランダムに生成するシステム (ランダムシステム) で比較を行った。なお、ランダムシステムでは、ユーザが満足できる初期個体群ができるまで何度も初期個体の再生成を可能とした。実験では各システムを用いて、20 歳代の男女 20 名の被験者にオフィス空間をデザインしてもらい、以下に示す項目についてアンケートを実施した。

評価項目 1 どちらのシステムが満足できるデザインを作成できたか

評価項目 2 どちらのシステムが初期個体群に好みのデ

ザインを多く含んでいたか

5.2 実験結果と考察

各評価項目における結果を図 4 に示す。

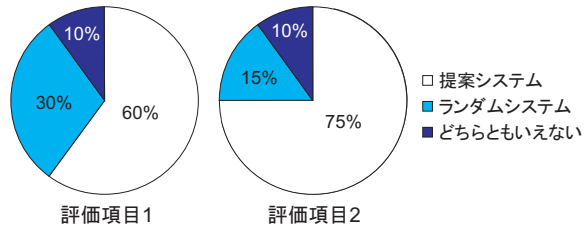


Fig.4 アンケート結果

図 4 の評価項目 1 の結果より、提案システムはランダムシステムより満足度の高いデザインを作成できていることがわかる。また評価項目 2 の結果より、ランダムシステムよりも提案システムの方がユーザの嗜好に合うデザインを初期個体に多く含んでいたことがわかる。一方で、探索世代数を両システムで比較した結果、全被験者の平均に大きな差は見られなかった。これらのことから、IGA の初期個体生成にイメージスケールを用いることにより、ユーザの好みに合う個体を探索の初期段階から多く提示でき、かつ、同じ探索世代数でより満足度の高い最適解を得ることができたといえる。

また、今回実験で使用したランダムシステムは、何度も初期個体の再生成が可能であった。この初期個体の再生成回数の全被験者の平均は、28.25 回であった。このため、探索世代数は同じであっても被験者が行った評価回数はランダムシステムの方が提案システムよりも多くなり、提案システムは、ユーザの評価負担の軽減に有効であると考えられる。

6 まとめ

本研究では、IGA におけるユーザの疲労軽減を図る方法として、イメージスケールを用いた初期個体生成手法の提案を行った。検証実験の結果、ランダムに初期個体を生成するシステムよりも、提案手法を用いて初期個体を生成するシステムの方が同じ探索世代数でより満足度の高い最適解を得ることができた。また、提案手法を用いることはユーザが行う評価回数の軽減に有効であった。

参考文献

- 1) 長沢 伸也, "感性工学の基礎と現状", 日本ファジイ学会誌, Vol.10, No.4, pp.647-661, 1998
- 2) 高木英行, 畷見達夫, 寺尾隆雄, "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, 1998
- 3) 小林重順, 日本カラーデザイン研究所 (編), "カラーシステム", 講談社, 1999
- 4) 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