

進化的計算を用いた主観評価デザインシステム構築の研究

The study of product design method based on the evolutionary computation considering the subjective estimation

岡村 敬^{*1}
Takashi Okamura

井上 聡^{*1*2}
Satoru Inoue

^{*1} 埼玉工業大学大学院

^{*2} 埼玉工業大学

Graduate School of Engineering, Saitama Institute of Technology Saitama Institute of Technology

Designing the physical shape of industrial product is quite difficult, because technical skill, expertise knowledge, artistic sensitivity and any other factor should be needed. In this study, we propose the system based on the interactive genetic algorithm (IGA) and fuzzy theory which is supporting people who designs some kind of products. Our proposed system extracts the operator's favor, idea and tendency which are difficult to be expressed quantitatively from dialogue with the operator. Extracted user's characteristics in this process are fed back to our system to contribute to automation of design.

1. はじめに

ものづくりではターゲットにする顧客層の嗜好を考慮し、顧客それぞれの満足度を細かく追求しながら製品をデザインする戦略が重要となる。一方で、実際にデザインを行うには、デザインに関する専門的な知識や経験が必要となるため、誰もが手軽にコンセプトの決定を行うのは難しい。本研究は、探索的手法により、製品に対してユーザが総合的なイメージに関する主観的評価を行う事で、得られた製品群に共通する特徴を抽出することでユーザのコンセプトを明確に、デザインを行うことができると考え、人間とコンピュータの対話処理により製品の形状をデザインするシステムの構築を行う。

2. 研究内容

2.1 システム構成

システムは主に 3 つのステップからなる。まず、ユーザはシステムから提示された複数の候補の中から自分のコンセプトに合う、またはコンセプトに一番近い候補を主観的に評価し、選択する。次に、システム側において、ユーザに選択された候補から共通する特徴を抽出し、その時点でのコンセプトを決定する。そして、得られたコンセプトを反映させた候補を新たにユーザに提示する。以上の 3 つのステップを繰り返すことで、ユーザが求めるコンセプトを獲得し、製品のデザインを決定する。システムには、最適解の探索を行う進化的計算手法の一種である対話型遺伝的アルゴリズムの手法を用いる。この手法では人間とシステムが対話を繰り返すことで解空間を徐々に探索し、人間が主観的に満足する候補を得ることができる。次に、ファジ集合論に基づいて組み立てた論理演算を使用する論理表現法であるファジ推論と、特徴表現ルールを用いる。これらの手法はユーザのコンセプトを固め、感性的なコンセプトと形状の特徴を結びつけるルールを獲得するために、機械学習手法の1つである概念木を用い、特徴にユーザが言語表現を与えることでコンセプトを明確化する。そして製品に共通する性質を抽出し、ユーザが重視している主観的コンセプトをルールとして得ることができる。

2.2 対話型遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) は生物が環境に適合するための進化過程を単純化し最適化問題の最適解を求めるアルゴリズムに適用したものである。この GA にユーザ自身を最適化システムに組み込むことで、人間の評価に基づいてシステムに最適化させるという方法が対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm :IGA) である。

IGA においてユーザはシステムに提示されたデザインを評価し、GA はその評価を元に探索を行い、新たな探索、提示を行う。人間の評価には揺らぎがあるが、GA は収束先がある程度粗くても、人間が区別できなければ評価上同じとなる。

2.3 ファジ推論

ファジ推論は、ファジ集合論に基づいて組み立てた AND 演算や OR 演算などの論理演算を使用する論理表現法である。ファジ集合論は、点がある集合に属するか属さないかのいずれかとなる通常の集合論と異なり、中間の状態を許容した集合論で、これにより、通常の論理においては 1 つの命題は真か偽かのいずれかの値しか取り得ないが、ファジ論理では、命題が真と偽の中間の値をとり得ることができる。今回使用した台形ファジ集合の各特徴点におけるパラメータのスカラ値は、帰属度を 0.0 ~ 1.0 の間の値で示すことで、その言語表現にどの程度当てはまっているのかを出力することができる(図 2-1)。

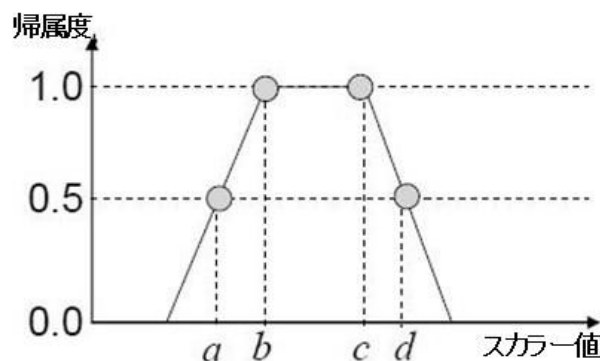


図 2-1 台形ファジ集合帰属度のパラメータ設定

連絡先: 岡村 敬, 埼玉工業大学大学院, 埼玉県深谷市普濟寺 1690 埼玉工業大学大学院, m9002sqp@sit.ac.jp

表 1 遺伝子ルールリストのサンプル

No	名称	部位	形状場所	軸方向	大小の情報	スカラー値	遺伝子座
1	CUP	BODY	UPLLEFT	X	SMALL	(-20,-10,-10,0)	1
1	CUP	BODY	UPLLEFT	X	NORMAL	(-10,0,0,10)	2
1	CUP	BODY	UPLLEFT	Z	LARGE	(0,10,10,20)	3
1	CUP	BODY	UPRIGHT	X	SMALL	(-20,-10,-10,0)	8
50	CUP	BOTTOM	DOUNLEFT	Y	NORMAL	(-10,0,0,10)	50
100	CUP	HANDOL	UPRIGHT	Z	LARGE	(0,10,10,20)	100

2.4 特徴表現ルール

製品の特徴を概念木として使用することで、物体の部位に関する特徴を言語で提示し、ユーザの感性的なコンセプトの獲得を支援する、これを特徴表現ルールとしている。これは製品の特徴と言語表現のスムーズな変換のために用いられる。なお本研究では具体的な製品として、カップをデザインするプロセスを検討する。

2.5 遺伝子表現

本研究においてデザインするカップは底面と側面、取っ手の3つのパーツからなる。まず、カップは、各パーツの3次元空間上の座標で成り立ち、この座標をランダムに変化させることでカップの形状は構成される。

システムは各座標データから、特徴表現ルールを用いて製品の特徴と言語表現の変換を行い、ルールリストを生成する。本稿では、このルールリストを遺伝子として扱い、この染色体(遺伝子の集まり)がカップを表す遺伝子表現となる。(表1参照)

2.6 主観的評価システム

システムからは4つの候補が提示され、ユーザは気に入った、もしくはイメージに最も近いカップを2つ選び、システムに次世代候補の生成を行わせる。

システムのはじめに、システムがランダムに生成したカップの中からユーザが望むコンセプトにより近いカップを選択させ、この時点でのユーザのコンセプトを推論する。

ユーザの選択により得られた候補に対し、GAを伴った操作が行われる。

まず、ユーザの主観的評価で選択された、カップを構成する各遺伝子座に評価値を与える。評価値は、選択されたカップの各ルールに適用される。

次に、評価値が高い遺伝子座のルールが優先的に選択されるようにルーレット選択が用いられ、親候補が生成される。生成は、各遺伝子に対する帰属度をユーザの評価により決定し、特徴表現ルールの各言語表現を用いてファジィ推論を行うことでコンセプトを反映させる。

そして、生成された候補の中から候補をランダムに選択し、1つ目を選択された候補から遺伝子座をランダムに選び、2つ目の候補の対応する遺伝子座と交叉させる。また、突然変異も候補の中から1候補1遺伝子を選択し、遺伝子座の値の設定をランダムに変更することで行われ、最終的に生成されたカップをユーザに提示する。

提示されたカップに対し、ユーザは主観的評価と選択を行い、ユーザが満足する候補が得られるまで操作を繰り返すことで、コンセプトに添うデザインを行うことができる。

3. 実行結果

本研究では、ユーザとシステムの対話処理を行うシステムを主に製作した。製作したシステムを用いて、実際にカップ形状のデザインを行った(図3-1)。システムを用いることで、ユーザ自身が目指すコンセプトの決定を促し、製品のデザインを行うことができた。

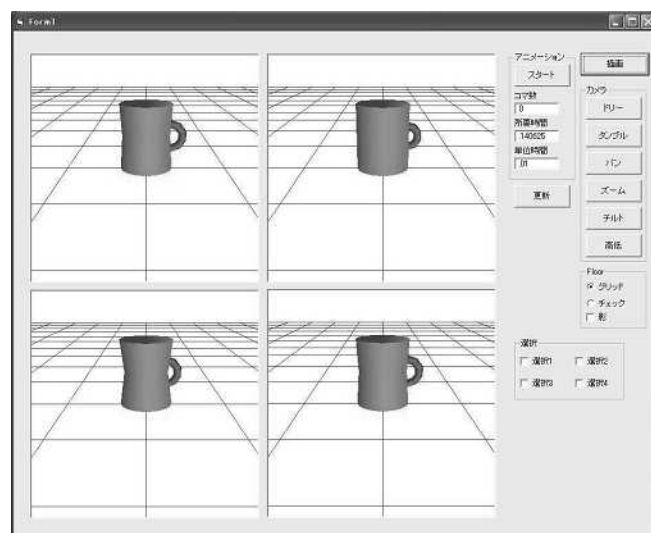


図 3-1 実行結果

4. 考察

今回の研究ではデザインシステムの中心となる対話部分の構築をメインに行い、ユーザの趣向に応じての製品デザインが行えるシステムの基礎部分を構築した。IGAの主要命題であるユーザの疲労を軽減するための工夫とその実装、さらにシステムとしての保守性や他の製品デザインへ応用するための拡張性、汎用性などについて考察すべき点はまだ多く残されているのも事実である。

参考文献

- [高木 98] 高木 英行, 畝見 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, 1998.
- [畦原 07] 畦原 宗之, 山田 耕一: 特徴表現ルール選好による対話型コンセプトデザイン支援システム, 雑第 23 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.629-634, 2007.
- [坂井 00] 坂井幸市: OpenGL 3D プログラミング, CQ 出版社, 2000.