

対話型 GA による主観評価デザインシステムへの

メンバシップ関数最適化の研究

Optimization of membership functions used in the product design system
considering the subjective estimation based on the Interactive GA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 #1

Saitama Institute of Technology #2

In this study, based on the Interactive GA and fuzzy inference, we proposed the design system which infers the user's idea, concept and inspiration through the interaction between user and system. We consider the algorithm that user's implicit concept and product's own common characteristics extracted by optimization of membership function in fuzzy system are included in the design system.

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。そこで探索的手法により、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った。本研究では、特徴の反映に関するメンバシップ関数の最適化について研究を行う。

2. 主観的評価システム

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、ユーザに選択された候補からシステムは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の一種である対話型遺伝的アルゴリズム(Interactive Genetic Algorithm :IGA)を用いる。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。次に、ファジィ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ィ推論と、特徴表現ルールを用いる。ファジィ推論は、ファジィ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。ファジィ集合論においては 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、ファジィ論理では、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ィ集合の各特徴点におけるパラメータのスカラー値は、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るのかを出力することができる(図 1)。ある製品の各特徴点におけるスカラー値を設定されているメンバシップ関数に当てはめることで、製品がその特徴点に対してどの程度帰属するかを求めることができる。逆に、各特徴点に対する帰属度からメンバシップ関数を通して各特徴点の重心を得ることで、製品の値を一意的に決めることができる。

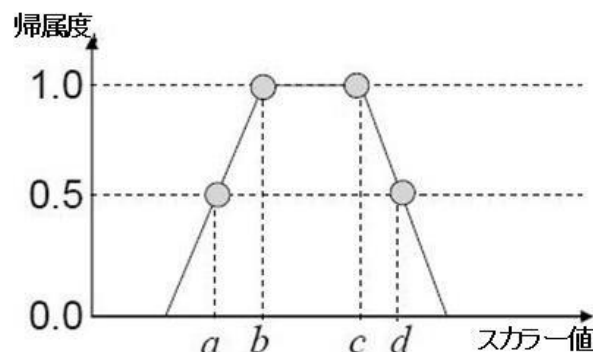


図1 台形ファジィ集合帰属度のパラメータ設定

特徴表現ルールは、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変換のために用いられる。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。

本研究では具体的な製品として、カップデザインのプロセスを検討の対象としている。

表 1 遺伝子ルールリストのサンプル

部位	言語座標	軸方向	言語ラベル	スカラー値	帰属度	遺伝子座
Body	Upper right	X	S	(0,10,10,20)	1.00	1
Body	Upper right	X	M	(10,20,20,30)	0.49	2
Body	Upper right	X	L	(20,30,30,40)	0.00	3
Body	Upper right	Y	S	(0,10,10,20)	0.00	4
...						...
Body	Lower right	Z	S	(0,10,10,20)	0.00	16
Body	Lower right	Z	M	(10,20,20,30)	0.48	17
...						...

2.2 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 次元空間上の座標各点で成り立ち、各座標間はベジェ曲面によって描画される。この座標点を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)。

ルールリストにおいて、カップを構成する座標点は主に、各部位と言語座標に分類され、さらに軸方向、言語ラベルによって分けられるため 9 つのファジィルールとしてリストされる。さらにそのルールは、帰属度とそのルールに設定されたパラメータを持ち、製品の特徴と言語表現の変換を行うことができる。

2.3 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。生成された候補から再び選択をし、ユーザは満足するまで操作を繰り返す。システムは選択されたカップから、ユーザのこの時点でのコンセプトをファジィ推論により抽出する。これにより、選択された候補の値から各遺伝子座の帰属度を求める。そして、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。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、親候補が生成する。そして、生成された親候補の中から 2 つの候補をランダムに選択し遺伝子座の交叉を行う。また、突然変異も候補の中から 1 候補 1 遺伝子座を選択し、遺伝子座の値の設定をランダムに変更する。

これらの操作を行なった後に、最終的に生成された 4 つの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、さらにコンセプトの抽出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製作し。実際にカップ形状のデザインを行うことで特徴の反映に関係するメンバシップ関数の最適化について研究を行った(図 2)。ステップ毎の 1 特徴点に対する帰属度の推移を見ると、特徴点に関連する帰属度が収束し、各帰属度が定まっていることが見て取れる(図 3)。

4. 考察

今回の研究ではユーザの趣向に応じて製品デザインを行う際のファジィ推論の中心となるメンバシップ関数の最適化をメインに行った。ファジィ推論と GA の性質により一定の解には収束するものの、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などについて考察すべき点が残されている。

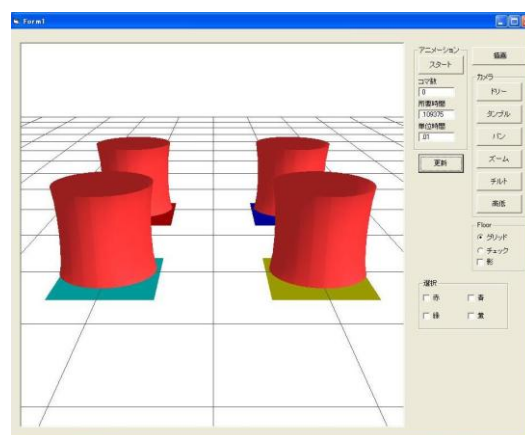


図 2 実行結果

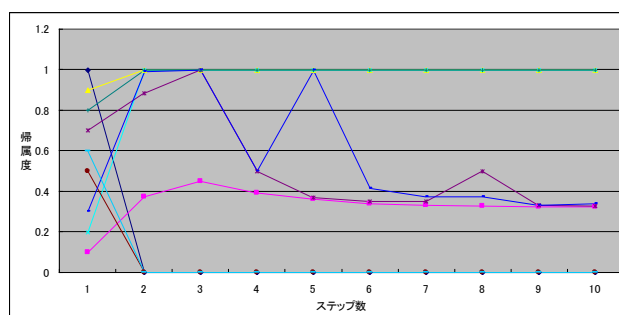


図 3 ステップ毎の 1 特徴点に対する帰属度の推移

参考文献

- [高木 98] 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, 1998.
- [哇原 07] 哇原 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.