

対話型遺伝的アルゴリズムを用いたデザイン支援システムに関する研究

A Study on Design Support System Using Interactive Genetic Algorithm

中央大学大学院 理工学研究科 経営システム工学専攻 桐生和英

1 序論

1.1 研究背景

近年、日本のものづくりの能力は上昇傾向にあり、機能的なものづくりに関しては非常に優れている。しかし、延岡ら[1]は日本には優れた商品を開発する「ものづくり」ができたとしても、価値づくりができていないと指摘している。その中で、商品価値は機能的価値と意味的価値の合計によって考えられているが、意味的価値の中でも近い概念として、「感性価値」が挙げられる。感性価値には、もののデザインや品質感、操作性などが含まれる。前述した日本のものづくりの「価値づくり」のためにも、感性価値の高いものづくりが望まれている。しかし、そのような優れたものづくりをすることは素人には困難である。このような環境からも、容易に個人の嗜好にあった対象物のレイアウトやユーザビリティのデザイン支援が望まれる。

一方、人間の感性を反映したデザイン支援に関しては、対話型遺伝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) [2]を用いた研究が多くなされている。IGA は進化論的計算の一種である、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm : GA)の適応度関数を人間の評価に置き換える手法である。

本研究では、通常、専門的な知識や経験が求められるデザインのレイアウトやユーザビリティに対して、IGA を用いることで、デザインを行う素人でも簡単に個人の嗜好にあったデザイン支援が行えるようなシステムの構築を試みる。

1.2 対話型遺伝的アルゴリズム

本研究では、ユーザがデザインに関する専門的な知識を持たなくても、システムと協調して作業を進めることで、満足のいくデザイン活動が行えるように支援するシステムの構築を目的とし、IGA を適用する。

IGA のフローチャートを以下の図 1 に示す。

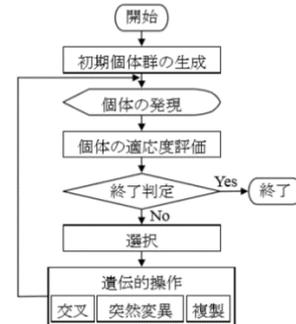


図 1 IGA のフローチャート

IGA の基本的な手順を示すと次のようになる。

- (1) 初期集団を生成する。
- (2) ユーザが集団に含まれている各個体を評価する。
- (3) 以下の流れで子個体群を生成する。
 1. 親個体の選択
 2. 選択された親個体に対する交叉操作の適用
 3. 生成された子個体に対する突然変異操作の適用
- (4) ユーザの終了基準が満たされていない場合は、現在の個体群と生成された子個体群から次世代の子個体群に含まれている個体を選択し、(2)へ戻る。

2. IGA を用いたデザイン支援

2.1 関連研究

IGA はこれまでに、幅広い分野のデザイン活動に応用され、その有効性が示されている。

菅原ら[3]は、IGA を服飾デザインに応用し、評価実験の結果満足度の高いデザイン作成に成功したことを示している。また、三木ら[4]は IGA をインテリアデザインに応用し、評価実験を行い、専門的な知識を持たないユーザでも簡単に満足のいくデザインを作成できたという結果を示している。池田ら[5]は IGA を広告デザインに応用し、IGA システムと Photoshop を用いたデザイン作成の二通りで比較実験を行い、被験者へのアンケート調査により IGA システムの方が有効であったことを示した。

2.2 本研究の位置付け

2.1 節より、IGA は幅広い分野に応用可能な手法であり、そのほとんどの研究において有効性を示している。

しかし、IGA を用いた過去の研究では視覚情報のみを基にしたデザイン作成支援が多くを占める。

そこで、本研究では視覚的な情報だけでなく、聴覚、使いやすさ(ユーザビリティ)を考慮した実験を行い、デザイン作成支援において有効性を示すことができるか検証する。なお、今回ユーザビリティに着目した対象に関しては、スマートフォン用入力フォームデザインとし、聴覚情報に関しては、CD ジャケットデザインを対象とし実験を行うこととする。

3 入力フォームデザイン支援システム

3.1 システム概要

まず、対象のデザインを構成しているデザイン要素を調査し、デザインの最適化を行う。そこで、実際の総合、アパレルなどの通販サイトから、計 30 のフォームのサンプルを得た。その結果、6 つのデザイン要素を見いだせた。

次に、調査より得られた入力フォームの構成要素を、以下の表 1 のように 6 桁の遺伝子として定義した。

表 1 対立遺伝子表

No.	デザイン要素	対立遺伝子
1	画面レイアウト	0~2
2	入力フォームの背景色	0~6
3	入力欄の色	0~8
4	入力項目のフォント	0~2
5	ボタン配置位置(戻るボタン)	0~9
6	ボタン配置位置(登録ボタン)	0~9

IGA システムの提示画面を図 2 に示す。ユーザが好みのデザイン案を 2 つ選択することにより交叉が行われ、自動的に次世代のデザイン提示画面に遷移する。この操作を満足のいくデザインが作成できるまで繰り返し行う。また、IGA のパラメータは初期集団 6、初期集団の遺伝子は一様分布に従うランダム、交叉は一点交叉、交点は一様分布に従うランダム、突然変異は 10% に設定した。



図 2 IGA システムのデザイン提示画面

3.2 評価実験

前節で述べた IGA システムを用いることにより、被験者にスマートフォン用入力フォームデザインを行ってもらおう。なお、被験者は 20 代の男女 10 名である。また、システムを使用し、デザインを作成した後で被験者に満足のいくデザインが作成できたか、発想支援に役立ったか、疲労は感じたかの三点をアンケート形式で実施した。回答項目は、全て「感じる (5)」、「やや感じる (4)」、「どちらとも言えない (3)」、「やや感じない (2)」、「感じない (1)」の 5 段階とした。

表 2 被験者毎の実験後アンケート結果

被験者No.	満足感	発想支援	疲労感
1	4	2	1
2	3	4	1
3	3	3	1
4	3	3	2
5	3	2	1
6	2	2	2
7	3	4	3
8	3	3	1
9	3	3	2
10	3	3	2
平均	3	2.9	1.6

評価実験の結果は表 2 の通りである。表 2 より、疲労を感じた被験者はほとんどいないが、満足感と発想支援の評価値は低いことがわかる。

満足感の評価が低かった理由は、一画面あたりに表示する個体数が少ないことが原因と考え、発想支援の評価値が低かった理由は、システムを構築する上での対立遺伝子が少なかったことが原因であると考えた。また、被験者へのヒアリングを行った結果、改善点として最も多く挙げた意見が「6 つの個体の中から必ず 2 つを選択しなければならない」点であった。そこで、以上の改善点を受け、IGA システムの改良を検討した。

3.3 IGA システムの改良

3.2 節より、以下の三点を改善すべき問題とした。

- ①一画面あたりに表示する個体数の増加
- ②IGA システムを構成する対立遺伝子の増加
- ③任意の個数のデザイン案を選択可能

以上の改善点を考慮に入れ、再度評価実験を行うこととした。なお、システムの改善点以外の変更点はなく、新たに 20 代の男女 10 名を被験者とした。

表 3 被験者毎の実験後アンケート結果

被験者No.	満足感	発想支援	疲労感
1	5	2	1
2	4	4	3
3	5	3	2
4	4	4	2
5	5	3	1
6	4	3	2
7	5	5	3
8	4	3	2
9	2	3	2
10	4	3	2
平均	4.2	3.3	2

評価実験の結果は表 3 の通りである。表 3 より、表 2 と同様に疲労を感じた被験者はほとんどいないが、満足感と発想支援の評価値は上昇したことがわかる。また、改良前後で評価値に統計的に有意な差が確認できるかどうか明らかにするため、t 検定を行った。

表 4 t 検定結果

評価項目	満足感	発想支援	疲労感
P値	0.02*	0.27	0.21

*: 有意水準5%で有意

表 4 から、発想支援と疲労感に関しては有意差を確認できなかったものの、満足感の観点からは有意差を確認できたことから、システム改善の効果があつたと考えられる。

4 CD ジャケットデザイン支援システム

4.1 システム概要

第 3 章での入力フォームデザインと同様に、デザイン構成要素の調査、遺伝子のコーディングを行った結果、以下の表 5 のような対立遺伝子を設定できた。

表 5 対立遺伝子表

No.	デザイン要素	対立遺伝子
1	ジャケットレイアウト	0~18
2	楽曲タイトル(文字色)	0~129
3	楽曲タイトル(文字フォント)	0~4
4	アーティスト名(文字色)	0~129
5	アーティスト名(文字フォント)	0~4
6	画像	0~129

図 3 は、IGA システムのデザイン提示画面である。なお、パラメータは第 3 章と相違ない。

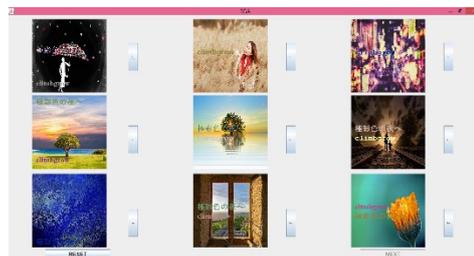


図 3 IGA システムのデザイン提示画面

4.2 評価実験

今回は、実際に楽曲を試聴し IGA システムを利用し、CD ジャケットをデザインする。被験者は 20 代の男女 10 名であり、実験後アンケートも同様に行った。なお、今回は 3 曲を対象として実験を行った。

表 6 楽曲毎の平均評価値

	満足感	発想支援	疲労感
光	3.8	3.7	1.6
そら	3.5	3.3	2.1
極彩色の夜へ	3.5	3.3	1.6

表 6 から、3 曲とも疲労感は少ないが、満足感と発想支援に関しては評価があまり高くないことがわかる。そこで、CD ジャケットデザインも同様に任意の個数のデザイン案を選択可能にする機能を追加することを検討した。

4.3 IGA システムの改良

改善点を考慮に入れ、再度評価実験を行うこととした。なお、システムの改善点以外の変更点はなく、新たに 20 代の男女 10 名を被験者とした。

表 7 楽曲毎の平均評価値

	満足感	発想支援	疲労感
光	4.6	3.5	1.9
そら	3.9	3.5	1.6
極彩色の夜へ	4.2	3.5	1.8

表 7 から、疲労感と発想支援に関してはあまり変化が見られないが、満足感は 3 曲ともに評価値が上昇していることがわかる。そこで、CD ジャケットデザインでも同様に、改良前後で評価値に統計的に有意な差が確認できるかどうか明らかにするため、t 検定を行った。

表8 t 検定結果(楽曲ごとのP 値)

	満足感	発想支援	疲労感
光	0.032*	0.47	0.26
そら	0.25	0.61	0.27
極彩色の夜へ	0.088	0.65	0.59

*: 有意水準5%で有意

表8から、楽曲「光」の満足感のみ有意差を確認できたが、他の評価値については有意差を確認できなかった。

5 考察

第3章の入力フォームデザイン作成支援では、システムを改良したことによりまず疲労感が上昇した。これは、個体数や対立遺伝子の増加により被験者の選択肢が増えたためだと考えられる。満足感の評価値の上昇に関しては、被験者へのヒアリングから「短い時間で多くのパターンを検討できる」、「いいなと思ったものをキープしておける」などの意見が得られたことから、3.3 節の③任意の個数のデザイン案を選択可能にした効果が原因と考えられる。

第4章のCD ジャケットデザイン作成支援では、満足感に関してはシステムを改良することにより評価値が上昇したが、発想支援や疲労感に関してはあまり変化が見られなかった。疲労感の上昇があまり見受けられなかった点としては評価できるが、発想支援にあまり効果が見られなかった理由としては、評価実験を行った被験者数が少なかったことや、被験者によって評価値にかなりばらつきがあったことが挙げられる。しかし、どちらの対象にも任意の個体数を選択できるようにしたことで被験者から「実際に交叉が行われているかわかりにくく、自分の好みのデザインに近づいている感じがしない」との意見もあった。そのため、システムを改良することにより満足感は上昇したが、発想支援に関しては必ずしも有効であるとは言えない。また、今回の実験で満足いくデザインを作成できなかった被験者の中には、自分の中ですでにデザインのイメージが固まっている場合や、一般的なデザインではなく斬新なデザインを求めている被験者もいた。以上の点からも発想支援に関しては、初期個体の発生方法など IGA システムの改善が必要であると考えられる。

6 まとめと展望

本研究では、「価値づくり」ができていない日本のものづくりの現状を踏まえ、素人でも簡単に個人の嗜好にあったデザイン支援が行える IGA に着目し、IGA を用いたデザイン作成支援を試みた。

操作性に着目した入力フォームデザイン作成支援においては、当初のシステムでは被験者が満足いくデザインを作成できなかったが、システムの機能改善を行うことで被験者の満足感を向上させることに成功した。

聴覚情報に着目したCD ジャケットデザインシステム作成支援においても、一定の評価は得られていたものの実験結果や被験者へのヒアリングを通して、入力フォームデザイン同様に機能改善を行った結果、疲労感の評価値も上昇したが、3 曲中 1 曲において満足感の観点から統計的な有意差が確認できた。

しかし、ユーザのデザイン作成における発想支援に関してはシステムの有効性が確認できなかった。今後は、すでにデザインのイメージが固まっているユーザに対しては、ユーザに合った初期個体の発生方法の改善といったさらなる機能改善が必要と考えられる。

参考文献

- [1] 延岡健太郎：価値づくりの技術経営 2008.
- [2] 川上浩司，高木英行：進化技術ハンドブック Vol. Fundamentals，近代科学社，2010.
- [3] 菅原麻衣子，三木光範，廣安知之：対話型遺伝的アルゴリズムを用いた浴衣デザインシステム，人工知能学会全国大会論文集，vol.21，pp.1-3，2007.
- [4] 三木光範，岡田典子，廣安知之，吉見真聡：対話型遺伝的アルゴリズムを用いたオフィス空間デザインシステム，同志社大学理工学研究科研究報告，vol.52，No.3，pp.214-222，2011.
- [5] 池田俊，庄司裕子：対話型遺伝的アルゴリズムを用いた広告デザインシステムに関する研究，中央大学大学院理工学研究科修士論文，2016.