

Design of Japanese Kimono (Yukata) using an Interactive Genetic Algorithm

Maiko SUGAHARA* Mitsunori MIKI** and Tomoyuki HIROYASU***

(Received January 20, 2009)

In recent years, the design of yukata changed from the fixed traditional designs to various designs. People are interested in the design of yukata. It is useful to design a yukata suitable for each preference. But, in many cases, people have ambiguous image for their favorite yukata, it is difficult to make their favorite design. We propose a yukata design system using an Interactive Genetic Algorithm (IGA). The proposed system is for designing a yukata to suit user's taste. From the assessment experiment of the system, it was found that the proposed system proved to be effective in the designing of a yukata. In addition, we proposed additional functions that allow obi (sash) color mutation partially in search for the solution. And the experimental results showed the effectiveness of the additional functions.

Key words : Optimization, Interactive Genetic Algorithm, Yukata design system, Color combination

キーワード : 最適化, 対話型遺伝的アルゴリズム, 浴衣デザインシステム, 色の組み合わせ

対話型遺伝的アルゴリズムを用いた浴衣のデザインシステム

菅原麻衣子・三木光範・廣安知之

1. はじめに

浴衣は、日本において、真夏の夜に開催される花火大会やお祭りなどの伝統的行事に出掛ける時に、しばしば着られる伝統的な服である。浴衣は、着物と似ているが、薄くて軽く、涼しい和服の一種である。浴衣は、日本らしさを味わう特別な衣服として、特に若い女性達の間で流行している。従来は、浴衣のデザインは伝統的な固定したデザインが多かったが、現在では様々なデザインが市販されてきている。人々は浴衣に

対して、着心地だけではなくデザインも重要視していることがわかる。こうした中、個人の好みに合わせて浴衣をデザインするシステムはこれまで数々研究されている^{1, 2)}。これらのシステムは、浴衣の反物の裁断場所を決定することで、浴衣をデザインするシステムである。つまり、浴衣の柄合わせを行っており、予め与えられたデザイン画が用いられる。好みの浴衣のデザインが決まっている場合、好みのデザイン画で柄合わせができるため、より好みの浴衣をデザインすることができる。しかし、好みの浴衣が曖昧な場合、提供

* Graduate Student, Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha University, Kyoto
Telephone:+81-774-65-6924, Fax:+81-774-65-6716, E-mail:msugahara@mikilab.doshisha.ac.jp

** Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha University, Kyoto
Telephone:+81-774-65-6930, Fax:+81-774-65-6716, E-mail:mmiki@mail.doshisha.ac.jp

*** Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University, Kyoto
Telephone:+81-774-65-6932, Fax:+81-774-65-6019, E-mail:tomo@is.doshisha.ac.jp

されるデザイン画でしか浴衣をデザインできないため、好みの浴衣のデザインを得ることは難しい。好みのデザインが曖昧なユーザでも、デザインできることが望ましい。これより本研究では、ユーザの好みを読み取り、好みのデザインを自動的に生成するシステムを検討する。ユーザの好みを読み取りデザインに反映する手法として、対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm : IGA)³⁾ を用いる。IGA は、人間の好みや印象のような数式化できない対象問題を最適化する手法であり、3-D CG ライティング⁴⁾、洋服のデザイン⁵⁾、サイン音の生成⁶⁾などに用いられている。IGA を用いた浴衣のデザイン生成システムは未だ提案されていない。これより、浴衣をデザインする方法として IGA を用いることを検討する。システムは、浴衣の購入を考える一般ユーザと浴衣をデザインするデザイナーが使用することを想定する。浴衣の購入を考える一般ユーザは、オーダーメイドで浴衣を購入する際、もしくは市販品を購入する際にシステムを使用すると想定する。前者の場合、提案システムで生成されたデザインを浴衣の生地プリントすることで、オリジナルの好みの浴衣を作成することができる。後者の場合、提案システムで生成されたデザインに似た浴衣を市販品から探すことで、ユーザの好みに近い浴衣を購入することができる。数多くの浴衣の中から好みの浴衣を探す手助けをすることができる。またデザイナーは、提案システムを使用することで、これまで思いつけなかったようなデザインを発見することができる。つまり、デザイナーの発想を支援することができる。以上のことより、デザインしたい浴衣が曖昧なユーザ、およびデザイナーでも簡単に好みの浴衣をデザインできると考え、本研究では IGA を用いた浴衣デザインシステムを提案する。

2. 対話型遺伝的アルゴリズム

本研究では、潜在的な嗜好を顕在化させ、ユーザやデザイナーが満足する浴衣のデザインを、コンピュータが提案するシステムの構築を目的とし、IGA を適用する。IGA とは生物の進化を模倣した遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA)⁷⁾ をベースとしている。IGA は評価部分に人間が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。IGA システムの概念図を Fig. 1 に示す。IGA は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、人間が持つ印象や好みといった数式化できない問題に対し解探索を行うことができる。

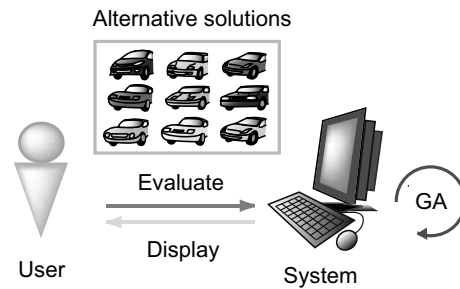


Fig. 1. IGA system.

3. IGA を用いた浴衣デザインシステム

3.1 浴衣の表現方法

浴衣デザインシステムにおける浴衣は、以下のように定義する。

- 浴衣の生地、帯、柄の3つの素材を用い、浴衣を構成する。この3つの各素材の色を変化させることにより浴衣を表現する。浴衣の生地のデザインは多種多様であるが、本稿では簡単のため生地のデザインとして、代表的な無地とストライプの2種類を用いる。柄の種類も同様に、代表的な24種類の柄を用いる。
- 色の表現方法には、RGB 表色系や HSB 表色系がある。本研究では、各素材の色の表現方法として、人間の色知覚に基づいた HSB 表色系⁸⁾を用いる。HSB 表色系とは、色相、彩度、明度の3成分により色を表現する方法である。色相とは、赤や青といった色合いを表す。色相を円上に配置したものを色相環と言う。このため、色相は0~360の度数で表される。彩度は、0~100の値で色の鮮やかさを表す。彩度の値が高ければ鮮やかになり、低ければグレーのような濁った色となる。明度は、0~100の値で色の明るさを表す。明度の

値が高いほど、明るい色となる。明度の値が 100 の場合は白に、0 の場合は黒になる。これらの場合、色相や彩度の値は意味を持たない。

- 1 枚の浴衣を、1 つの染色体で表現する。
染色体の構成を Fig. 2 に示す。各遺伝子には、各素材の色の HSB 値、生地デザインの番号、柄番号の数値情報を格納する。本研究において、HSB 表色系における彩度および明度の値は、正規化し 0 から 1 の値を用いる。生地デザインの番号には 0 と 1 があり、番号 0 は無地を表し、番号 1 はストライプを表す。柄は Fig. 2 に示すように、各柄に対し割り振られた番号により表現する。

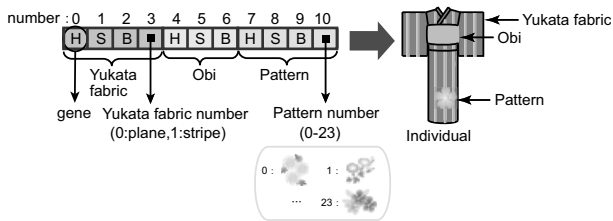


Fig. 2. Chromosome.

3.2 浴衣デザインシステムの流れ

IGA を用いた浴衣デザインシステムの流れを Fig. 3 に示す。Fig. 3 における各ブロックで行われる処理は以下の通りである。

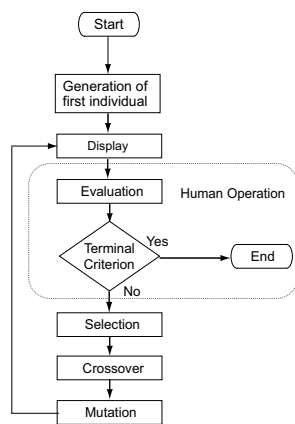


Fig. 3. Flow chart of yukata design system.

- 初期個体の生成：浴衣の生地の色、帯の色、柄の色、生地デザイン、および柄の種類をランダム

に決定し、個体を複数個生成する。ユーザおよびデザイナーは、この個体の中から好みの個体を選択する。個体選択のためのユーザインタフェースを Fig. 4 に示す。提案システムでは、ユーザが選択した好みの個体と新たにシステムがランダムに生成した個体を初期個体とする。

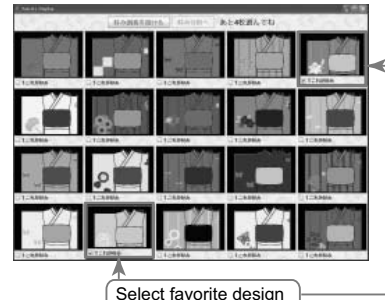


Fig. 4. Userinterface for selection of first Individuals.

- 提示：ユーザインタフェースを通じ、ユーザに対し 12 個の個体を提示する。提示例を Fig. 5 に示す。

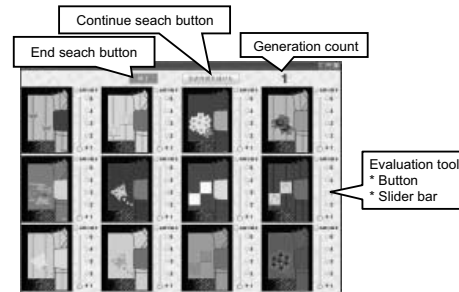


Fig. 5. Example of display.

- 評価：ユーザは提示された各個体に対し、ユーザの主観に基づきボタン、もしくはスライダーバーを用いて評価を行う。ボタンによる評価は、5 段階の点数を選択し、スライダーバーによる評価は、好み度合いを入力する。評価された値が、IGA における適合度となる。どちらの評価方法を用いるかは、ユーザの任意である。また、提示される個体のうち、次世代に完全に形質を受け継ぎたい個体があれば、「お取り置き」ボタンを選択する。

この個体は、IGA におけるエリート個体を意味する。

- 終了判定：ユーザの好みの個体がデザインできた時点で解探索を終了する。
- 選択：トーナメント選択とエリート保存戦略を用いる。トーナメント選択とは、母集団の中から n 個をランダムに選び、 n 個のうち最も適合度の高いものを残す選択方法である。本研究では $n=2$ とし、12 回適用することで 12 個の個体を選択する。エリート個体保存戦略とは、エリート個体として選択された個体を無条件に残す方法である。
- 交叉：親個体の色合いに近い色合いの子個体を生成することのできる BLX- α ⁹⁾ を用いる。BLX- α とは、2 つの親個体の差を α 倍正負に伸ばした範囲に、子個体を生成する方法である。0 番の遺伝子座、つまり浴衣の生地の色相の交叉例を Fig. 6. に示す。Fig. 6. において、親個体 A は赤紫色を表し、親個体 B は黄色を表している。これらの親個体から赤色の子個体とオレンジ色の子個体を生成する。提案システムのように色を扱うシステムでは、親個体に近い色を生成することが重要である。この機能がある手法として、提案システムでは BLX- α を用いる。

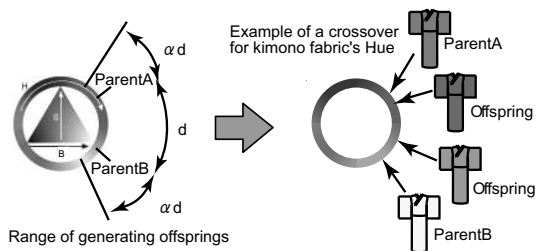


Fig. 6. Example of crossover.

- 突然変異：選択、交叉後の個体に対して突然変異を行う。それぞれの設計変数において、突然変異率に基づきランダムに設計変数値を変化させる。提案システムでは、設計変数の数を N_V とすると、全ての変数に対し $\frac{1}{N_V}$ の確率で突然変異を行う。これにより、浴衣の生地の色、帯の色や柄が変化する。

4. システムの評価実験

4.1 システムの評価実験の実験概要

提案システムを用いることにより、ユーザが好みの浴衣をデザインすることができるかどうかを検証するため、システムの評価実験を行った。本実験による被験者は、20 歳代の男女 22 人である。提案システムでは、女性の浴衣のデザインを行う。浴衣をデザインする際のデザインコンセプトは、男性のユーザやデザイナーの場合、「花火大会に女性に着せたい浴衣」、女性のユーザやデザイナーの場合、「花火大会に着たい浴衣」とする。このデザインコンセプトに基づき、被験者に浴衣をデザインしてもらった。提案システムでは、デザインコンセプトにより浴衣の表示画面の背景には花火画像を使用している。また、実験開始前、実験終了後に以下に示す項目についてアンケートを実施した。

1. アンケート項目 1 (実験開始前)

花火大会で着て行きたい (着せたい) 浴衣のイメージはどんな浴衣ですか? どれくらいイメージできますか?

2. アンケート項目 2 (実験終了後)

システムを用いて、デザインコンセプトに合った浴衣をデザインできましたか?

4.2 システムの評価実験の実験結果と考察

システムを用いて被験者がデザインした最終デザインの一例を Fig. 7 に示す。Fig. 7 に示すように、被験者は様々なデザインや色の浴衣をデザインしていることがわかる。

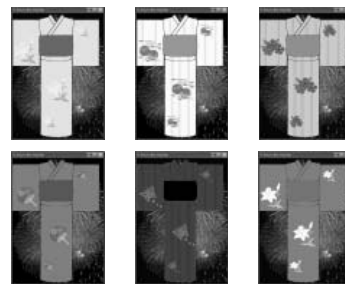


Fig. 7. Example of final design.

アンケート項目 1 における結果を Fig. 8 に示す。Fig.

8より、多数の被験者は、言葉で表すことはできないが自分の好みの浴衣に対して、概略的なイメージを持っている人が多いと言える。

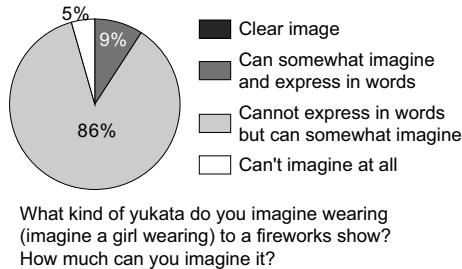


Fig. 8. Result of questionnaire item 1.

次にアンケート項目2における結果を Fig. 9 に示す。Fig. 9 より、提案システムでは満足度の高い浴衣をデザインすることができたと言える。これより提案システムは、好きな浴衣のイメージが曖昧なユーザーに対して、満足度の高い浴衣をデザインすることができ、有効であると言える。これらの結果より、ここで構築した浴衣デザインシステムでは、ユーザーやデザイナーが持つ潜在的なイメージを顕在化させ、ユーザーやデザイナーが満足する浴衣をデザインすることができると言える。

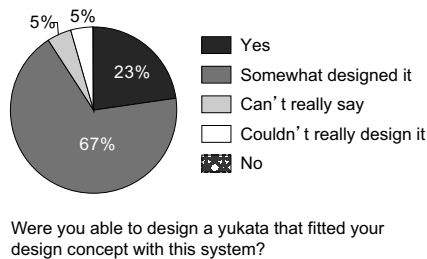


Fig. 9. Result of questionnaire item 2.

本実験のアンケート調査により、被験者からシステムを改良するためのいくつかの建設的な意見を得ることができた。帯の色を少し変える機能を追加させることが望ましいということである。多くの被験者は、浴衣のデザインの初期段階では、主として浴衣の生地の色と柄を中心に評価し、それらが好みの色や柄にある程度収束すれば、次に帯の色に注目し、浴衣をデザイ

ンする傾向があることが分かった。これらの観点より、ユーザーが帯の色を変更したいと感じた任意の世代で、帯の色をランダムに変化させることのできる、つまり帯の色に突然変異を起こす機能を検討した。

5. 追加機能の有効性の検証

5.1 実験概要

4.2節で述べた機能を追加したシステムを作成し、この追加機能の有効性を検証するため、この機能を持たないシステムとの比較実験を行った。本実験で用いたシステムを以下に示す。

- 基本システム（全体突然変異システム）：全設計変数に対し、均一に突然変異が起きるシステム
- 改良システム（全体・局所突然変異システム）：全設計変数に対し、均一に突然変異が起きるが、任意の世代で、ユーザーが帯の色を表す設計変数にのみ突然変異を起こすことが可能なシステム

改良システムは、基本システムに「帯の色をランダムに変える」ボタンを付加したものである。本ボタンを使用した際のユーザーインタフェースを Fig. 10 に示す。

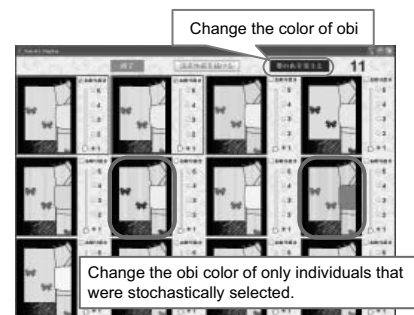


Fig. 10. User interface after action of the button.

このボタンは以下に示す特徴がある。

1. 確率的に選ばれた個体の帯の色にのみ、突然変異を起こす。
2. ボタンが使用できるのは、ユーザーが使用したいと感じたある1世代のみであり、その世代であれば何度でも使用可能である。1度ある世代でボタン

を使用すると、次の世代の提示画面ではボタンは表示されず、ボタンは使用できない。

上記項目 1) のように設定した理由は、以下に示す検討を行ったためである。4.2 節で述べたように、ユーザやデザイナーは浴衣をデザインする際、初期段階では主として浴衣の生地と柄を評価しているが、帯の色についてもある程度評価している。このため、帯の色に突然変異を起こすまでに受け継がれてきた形質を残すことは重要である。これより、全個体に対し突然変異を起こすのではなく、確率的に選ばれた少数の個体に対し突然変異を起こすことは重要であると考えた。また上記項目 2) のように設定した理由は、次の通りである。ここでは、突然変異を起こす個体を選択する確率を 0.3 としたため、ユーザが任意の世代でこの追加機能を 2, 3 回使用するとほぼ全ての個体の帯の色に突然変異が起きる。この場合、帯の色に対して受け継がれていた形質がなくなる可能性がある。このため、追加機能を使用できるのはある 1 世代のみに限るという制限を設けた。

本実験の被験者は、4.1 節と同じ 20 歳代の男女 22 人である。浴衣のデザインコンセプトは 4.1 節で用いたものと同様であり、基本システム、改良システムの両方を用いて被験者に浴衣をデザインしてもらった。実験終了後、以下に示すアンケート調査を行った。

- アンケート項目 3
改良システムを用いて、コンセプトに合った浴衣をデザインできましたか？
- アンケート項目 4
基本システムと改良システムでは、どちらのシステムの方がコンセプトに合った浴衣をデザインしやすかったですか？

5.2 実験結果

アンケート項目 3 における結果を Fig. 11 に示す。Fig. 11 より、改良システムにおいても満足度の高い浴衣がデザインできると言える。

次に、アンケート項目 4 における結果を Fig. 12 に示す。Fig. 12 より、被験者は改良システムの方が従来のシステムよりコンセプトに合った浴衣を作成し易いと感じていることが分かる。

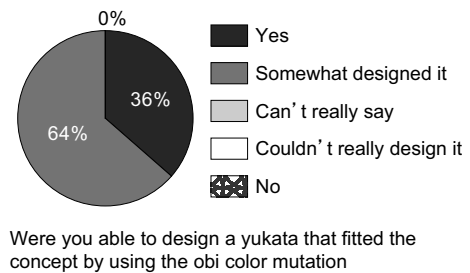


Fig. 11. Result of questionnaire item 3.

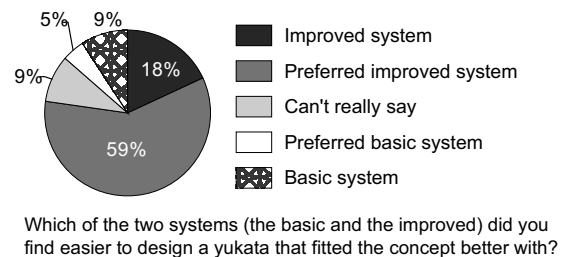


Fig. 12. Result of questionnaire item 4.

この改良システムにおいて追加した機能、すなわち帯の色に対する突然変異を強制的に行うシステムの有効性は Fig. 13 によって分かる。Fig. 13 は、帯の色に突然変異が生じる前の提示個体、突然変異が生じた後の提示個体を示している。

被験者全員に対し、追加機能の使用後に選択されたエリート個体を調べた結果、13 人の被験者が帯の色に突然変異が生じた個体を選択していることが分かった。突然変異を起こした個体を選択した人数は選択しなかった人数より多かった。しかし、符号検定を行った結果、突然変異を起こした個体を選択した人の数と選択しなかった人の数の違いには有意な差はなかった。この改良システムは、以下に示す項目についての検討が更に必要であることが分かった。

- 「帯の色をランダムに変える」ボタンが使用できる世代

Fig. 13 に示す被験者 1 及び被験者 2 の突然変異前の提示個体を見ると、個体群が収束していることが分かる。しかし、被験者 3 のように個体群がそれほど収束していない。我々は、進化過程の後半において追加機能が使用されると想定していた

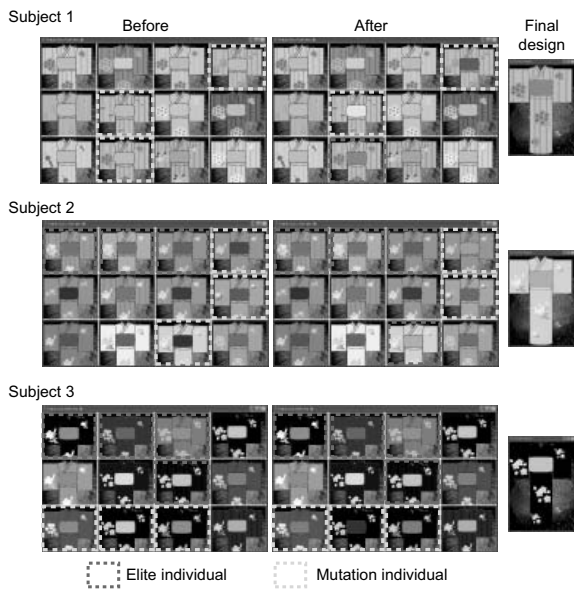


Fig. 13. Example of yukata by using improved system.

が、進化の前半段階で利用したユーザがいることが分かった。これより、本実験において、「帯の色を変える」ボタンを使用する世代はユーザの任意としたが、使用するタイミングの難しさがあることが分かった。

- 突然変異を起こす個体

「帯の色を変える」ボタンを使用すると、確率的に選ばれた個体に対し突然変異が起きる。すなわち、どの個体に対し突然変異が起きるのか、ユーザは分からない。本実験のアンケート調査より、突然変異を起こす個体を指定したいという意見を得た。

今後、これらの項目に対し検討し、更にシステムを改良していきたい。

6. まとめ

本研究では、IGA を用いてユーザの好みの浴衣をデザインする浴衣デザインシステムを提案した。システムの評価実験より、提案システムは満足度の高い浴衣をデザインできることが分かり、浴衣のデザインにおいて有効であった。また、評価実験におけるインタビュー調査より、帯の色を変えればより満足したとい

う意見を得た。このため、解探索途中でユーザが任意の1世代にのみ、帯の色に突然変異を起こすことのできる機能を追加した。追加機能の検証実験の結果、デザインされた浴衣の嗜好性、およびシステムの使用しやすさに関しては、提案した追加機能は統計的に有効であることが示された。しかしエリート個体の選択履歴からは統計的な有効性を示せなかった。追加機能を実行する方法の更なる検討が必要である。

参考文献

- 1) T. Sano, H. Ukida, H. Yamamoto. Adaptive texture alignment for japanese kimono design. *Proceedings of the IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*, Vol. 2, pp. 1307–1310, 2005.
- 2) T. Sano, H. Nagahata, H. Yamamoto. Design support system for japanese kimono. *IECON'98 Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Vol. 1, pp. 199–104, 1998.
- 3) 高木英行, 畝見達夫, 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) K. Aoki and H Takagi. 3-D CG Lighting with an Interactive GA. *1st Int'l Conf. on Conventional and Knowledge-based Intelligent Electronic Systems*, pp. 296–301, 1997.
- 5) H.-S. Kim and S.-B. Application of interactive genetic algorithm to fashion design. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 13(6), Vol. 1, pp. 635–644, 2000.
- 6) 三木光範, 織田博子, 菅原麻衣子, 和氣早苗, 森下千春, 廣安知之. 対話型遺伝的アルゴリズムを用いたサイン音系列生成システム. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 10, No. 2, pp. 113–122, 2008.

- 7) D.E.Goldberg. *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learnig*. Addison-Wesley, 1989.
- 8) 赤平覚三 (著), 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.
- 9) L.J Eshleman and J.D Schaffer. Real-Coded Genetic Algorithms and Interval-Schemata. *Foundations of Genetic Algorithms*, Vol. 2, pp. 187-202, 1993.

カラーによる図の再掲.



Fig. 4. Userinterface for selection of first Individuals

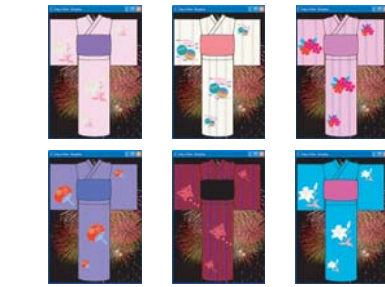


Fig. 7. Example of final design

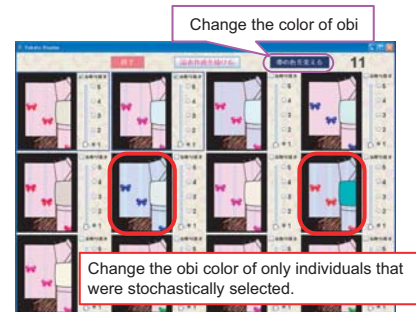


Fig. 10. User interface after action of the button

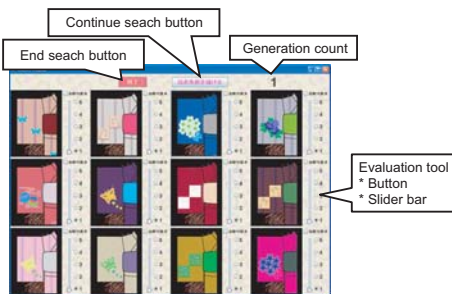


Fig. 5. Example of display

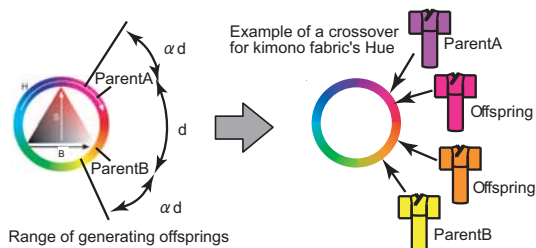


Fig. 6. Example of crossover

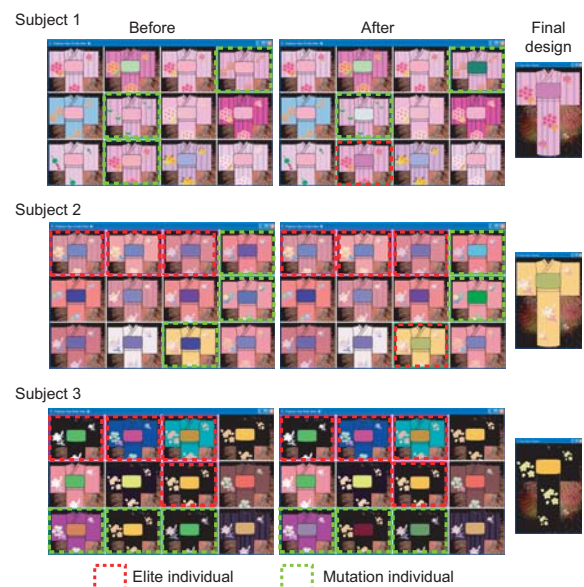


Fig. 13. Example of yukata by using improved system