

LJ-001

## 対話型再進化計算に基づくアパレルデザイン支援におけるブラウジング手法

Design Exploration Space Browsing for an Apparel Design Support System  
Based on Interactive Re-Evolutionary Computation土井 美鈴<sup>†</sup>  
Misuzu Doi山本 高美<sup>† †</sup>  
Takami Yamamoto藤代 一成<sup>§</sup>  
Issei Fujishiro

## 1. 背景と目的

機械、建築業界と同様に、アパレル業界でもCAD/CAM技術 [1] の導入により、効率のよい生産体制が確立してきている。特に「詳細設計」、「製作」過程では、コンピュータ支援が進んでいる。「詳細設計」において利用されているアパレルCAD (以下CADと略称) のソフトウェアの主な機能は、パターンメイキング (洋服の型紙を作成)、グレーディング (パターンを各サイズに展開)、マーキング (所定の布地幅に最小の要尺でパターンを配置) である。コンピュータ支援は、グレーディング、マーキングの順に導入されてきた。パターンメイキングにおいては、与えられたパラメータ値を用いて、自動でアイテムのパターンやディテールのパターンを作画する自動作図機能が開発されている。このように、機械化が行われやすい部分からコンピュータ支援が進んでいるが、デザイナーの感覚に依存する部分の多い「基本設計」過程では、コンピュータ支援がまだ十分に行われているとは言えない。

洋服は袖、衿などのディテールデザインから構成されており、その組み合わせにより、多数のデザイン案が考えられる。そのためデザイン発想において、ディテールデザインを組み合わせた複数のデザイン案をユーザーに提示することには意味がある。またデザイン構成要素には、ディテールデザインの組み合わせの他に、身体寸法、素材、色があり、これらはパターンメイキング、縫製の各過程に応じて変化するため、デザイン改善が必要になる。したがって洋服のデザインにおいて、「基本設計」、「詳細設計」、「製作」の螺旋的な構造を考慮した総合的なデザイン支援システムが重要であると考えられる。

本研究では、対話的なデザイン支援システムを構築する手法である対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm : IGA) に着目する。IGAは進化型計算 [2] においてユーザーが評価に介入することで、ユーザーの主観を反映することができる。IGAはユーザーの感性情報を必要とする、画像作成、検索を目的としたシステムに利用されてきた。洋服のデザインにおいては、ワンピース形状 [3] を対象としたデザイン支援や洋服のアイテムの3Dモデルの組み合わせによる洋服のコーディネートシステム [4] の研究が行われている。

本研究では、既製服の量産システムの過程の中で、「デザイン (基本設計)」、「パターンメイキング (詳細設計)」、「縫製 (製作)」の3つの過程に着目し、対話的なブラウスデザイン支援システムを開発している [5]。「デザイン」の過程においてIGAを利用することにより、ユーザーは

多数のデザイン案の中から対話的にデザインを選択することができる。しかしIGAにおいて、ユーザーが探索空間を十分に認識できていないため、局所的な解に陥ってしまうという可能性があげられる。そこでIGAによるデザイン探索空間の効果的なブラウジングを検討する。そしてデザイン支援における螺旋的な構造を表現するために、段階的にデザインの改善を行う対話型再進化計算 (interactive re-evolutionary computation) を提案する。

本論文では、次節で本システムの構成を説明し、本研究で提案する対話型再進化計算の枠組みの概要を説明する。第3節で対話型再進化計算に基づくブラウスデザインについて詳しく述べる。第4節でシステムの実装結果を説明し、第5節で具体的な適用例を示す。第6節で本論文をまとめ、今後の課題に言及する。

## 2. システムの概要

## 2.1 システムの構成

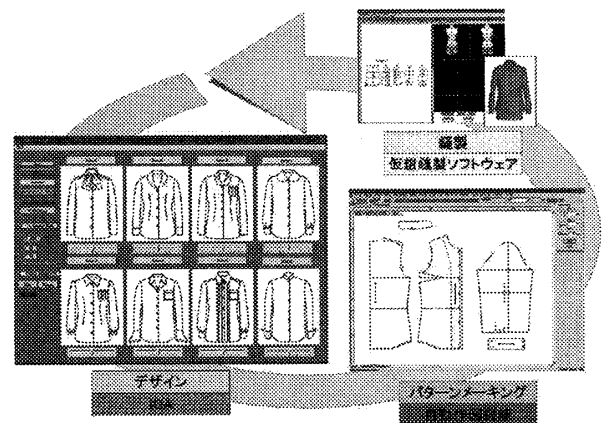


図1: システム構成

本システムの特徴である対話型再進化機構の構成を図1に示す。本研究で開発しているのは、IGAによるデザイン決定インターフェースとディテールデザインに対応する自動作図機能 [6] である。パターンの確認には、商用の3D仮想縫製ソフトウェアを利用する。

本システムには、以下のようなユーザーのデザインレベルに応じた有効性が考えられる。

- **生産現場**: デザインに精通したユーザーは、提示された多数のデザイン案をもとに、デザイン発想を行うことができる。
- **教育現場**: デザイン知識の少ないユーザーは、提示されたデザイン画をそのまま利用することにより、さまざまなデザインのブラウスを簡単に作成することができる。

<sup>†</sup> お茶の水女子大学大学院人間文化研究科

<sup>††</sup> 和洋女子大学家政学部服飾造形学科

<sup>§</sup> 東北大学流体科学研究所

## 2.2 対話型再進化計算

本研究で提案する対話型再進化計算は、IGAに段階的な過程を加え、バックトラッキングが必要になった場合に、対象を再進化させる計算パラダイムである。

第1節で述べたIGAをベースとするシステムでは、IGAの閉じた過程の中で進化を行うだけで、その他の過程を考慮していない。そのため、本システムの構成(図1)のようにその他の過程に対応したデザイン改善に対応するには、不十分であると考えられる。また関連研究[7]では、進化型計算において、状況変化に応じて進化をやり直す手法が提案されているが、洋服のデザインは工学的な設計に比べ、個人の身体寸法や主観的な設計要素をより必要とするため、工学的な設計以上に、システムとユーザのコラボレーションが必要であると考えられる。

## 3. 対話型再進化計算に基づくブラウスデザイン

### 3.1 個体のコード化

ブラウスのパターンは、各ディテールデザインパターンから構成されている。ディテールデザインの組み合わせにより、多数のデザイン案を作成することができる。そこで個体をディテールデザインの組み合わせと考え、それを遺伝子操作の対象とする。個体の表現にはデザイン画を用いる。

ここでは、ブラウスをまず身頃、袖、衿、ポケットのディテールデザインに分解し、さらに裾、ヨークなどのディテールデザインに分解する。そして、遺伝子を遺伝子長8の固定長配列とし、遺伝子座(G1-G8)には、あらかじめ定めたコード番号を設定する。

ここで、ブラウス全体のデザイン印象を表現する特徴量を定義することを考える。各ディテールデザインのコード番号にデザインの印象を考慮した特徴量の設定を行う。そして各ディテールデザインが、ブラウス全体のデザイン印象に与える影響を重みづけ係数に用いて特徴量を合計することで、ブラウス全体のデザイン印象を定義できる。各ディテールデザインに関しては、標準的なデザインを決め、それに対してソフト、ハードのどちらよりの印象をもつかにより順位をつけ、特徴量を定義する。ソフト、ハードの順序づけは、服飾系大学生を対象に行ったアンケート結果[8]をもとに決定した。

### 3.2 デザインの探索

対話型再進化計算に基づくデザインの探索過程を図2に示す。一般的なIGAをベースとするシステムでは、図2の破線(システム)と実線(ユーザ)四角のループで閉じているが、本システムでは、IGAによるデザイン過程と自動作図機能によるパターンメイキングを組み合わせることにより、対話型再進化計算を実現している。

IGAによるシステムでは、ユーザが探索空間のどの辺りを探索しているかの認識が困難である。そのため、局所的な解に収束してしまうといった問題点がある。図2のループで操作されるデザイン探索空間を効果的にブラウジングできれば、ユーザの探索支援ができると考える。そこで本システムでは、デザイン探索空間の地図を作成し、各世代のデザインが探索空間内でどのあたりに分布するかを表示する。ユーザは選択されたデザインが、自

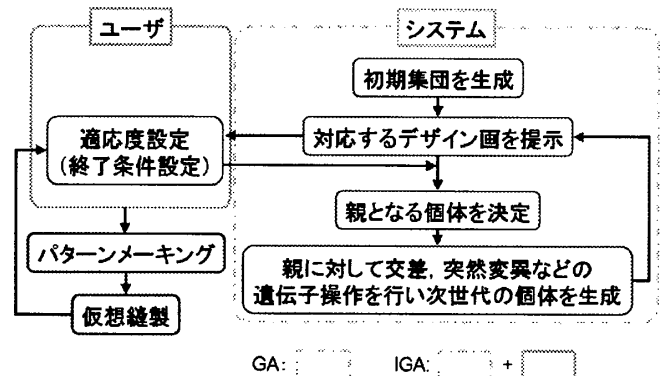


図2: 対話型再進化計算に基づくデザインの探索

分の意図するイメージ分布と異なるなどの判断を行うことができる。

対話型再進化計算では、探索空間の地図とパターンメイキングの結果、選択履歴情報を反映させて、図2の点線と実線四角のループ操作を繰り返す。探索空間の地図を目安に過去の状態に世代を戻すことにより、世代のバックトラッキングが可能になる。ユーザは、決定したデザイン案をもとに自動作図機能を用いて実際にパターンメイキングを行うことにより、具体的な形状を認識できると考えられる。そこで履歴情報としては、以前の進化においてユーザの評価が高かった個体と、低かった個体の両方を利用する。これにより、ユーザに別視点のデザイン案を提示することができる。

デザインの決定要素としては、組み合わせによる全体的なイメージと、特定のディテールデザインによるものがあると考えられる。そこで、ユーザに探索における選択に関して以下の2つのモードを提供し、デザインの作成を行う。

- デザイン画すべてを選択: デザイン全体を親とし、次世代の個体を生成
- 特定のディテールデザインを選択: ディテールデザインを親とし、次世代の個体を生成

### 3.3 デザイン探索空間の表示

ブラウスのデザインは、複数のディテールデザインで構成されているため、探索対象の各デザインは多くの変数をもっている。さらに履歴情報をもつので、デザイン探索空間の表示は時間変化を伴う多変量可視化であると考えられる。本システムでは多変量可視化手法問題のひとつであるディメンショナルスタッキング(dimensional stacking)[9]をデザイン探索空間の表示に適用する。ディメンショナルスタッキングは、可視化対象の属性を軸として設定し、入れ子状に可視化空間を構成する手法である。ディメンショナルスタッキングにおける軸の設定では、対象を空間にプロットした際に、位置を把握しやすいので、外側の軸のほうが重要な役割を果たす。さらに横軸と縦軸では、横軸のほうがユーザにとってはフレキシブルであるとされている。

そこで、デザイン決定において感覚的な指標であるデザイン印象を外側の横軸とし、外側の軸で構成される空間に、軸としてブラウスデザインの印象に強く影響を与

えると考えられる属性を入れ子に設定することにより、効果的なデザイン探索空間の表示ができると考える。各個体を四角形で表現し、デザイン探索空間に配置する。四角形の色に軸に設定した以外の属性を対応させることにより、その他の属性を表示できる。そして、各個体を各格子に上から下、左から右に配置し、世代ごとにグラデーションで表示することにより、時間情報を表現する。

#### 4. 実装

実装結果(図1)を用いて、IGAによるデザイン探索、自動作図機能によるパターンメイキングの流れを説明する。実装環境としては、インタフェースの開発に Visual C++、自動作図機能に東レACS株式会社のCREA-COMPO Version 1.9を用いた。また仮想縫製には、商用の3D仮想縫製ソフトウェアのi-Designer [10]を用いた。今回は、個体数:8, 交叉率:0.9, 突然変異率:0.1として遺伝子操作を行った。

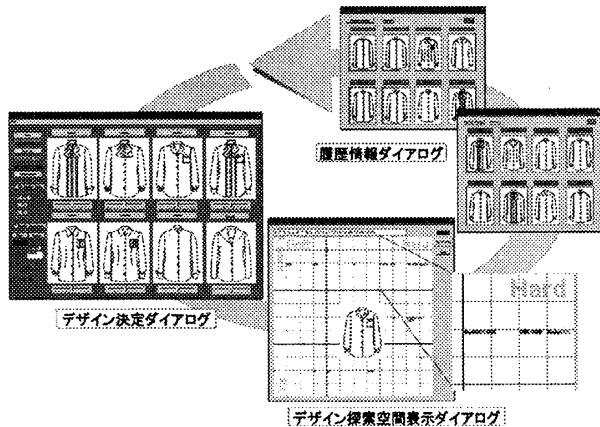


図3: デザイン探索インタフェース

##### 4.1 デザインの探索

デザイン探索のインタフェースは、以下の3種類のダイアログから構成されている(図3)。ユーザは希望のデザインが決定するまで、対話的に操作を繰り返す。デザインが決定したら、ディテール名称に対応する自動作図機能をCADソフトウェア上で呼び出すことによりパターンメイキングを行う。

- **デザイン作成ダイアログ**: メインダイアログである。ユーザは、提示されたデザイン画に対して適応度を設定し、デザインの探索を対話的に行う。パーツ固定モードでは、特定のディテールデザインを固定したデザインの探索ができる。デザインを構成するディテール名称の表示やデザイン画をBMP形式で保存する機能を開発した。
- **デザイン探索空間表示ダイアログ**: デザイン探索空間をオーバービュー表示する。軸の設定は、外側の横軸: デザイン印象(ソフト, ハード), 縦軸: 身頃デザイン, 内側の横軸: 袖デザイン, 縦軸: フロントデザインである。内側の格子内では、時間情報をもとに左から右, 上から下の順に配置する。各個体を四角形で表示し、現在の世代はカラー; 過去の

世代は灰色のグラデーション; 最良, 劣悪個体はテキストチャでそれぞれ表現する。世代ごとに灰色のグラデーションで表示することにより、時間情報を表現している。優良個体は凸, 劣悪個体は凹に見えるテキストチャで表現することによりユーザは特徴的な個体を認識しやすくなる。

ユーザは注目したい部分をマウスで左クリックすると、対応するデザイン画のサムネイルが確認でき、現在, 過去のデザインにランダムにアクセスすることができる。また右上のバックトラッキングボタンを押すことで、過去のオーバビュー表示に戻すことができ、同時にデザイン作成ダイアログも更新される。

- **履歴情報ダイアログ**: 各世代における優良, 劣悪個体を別ダイアログで提示する。

##### 4.2 ブラウスの自動作図機能

現在完成しているディテールパターンの自動作図機能は、身頃3種類(裾ライン2種類), 衿9種類, 袖4種類(カフス3種類, あきの種類2種)である[6]。自動作図機能は、単体でもCAD実習などで有効に利用できる。

#### 5. 動作例

本システムを用いて行ったデザインの作成例を説明する。

##### 5.1 ハードな印象のデザインを探索

初期段階ではソフト, ハードな印象のデザインがまんばなく出現していることが、オーバービュー表示で確認できる(図4(a))。ユーザがデザイン画下のスライダーバーでハードな印象のデザインに対して、高い適応度を設定し、進化ボタンを押すと次世代のデザイン画が表示される。同様に操作を数回繰り返した結果、現世代のほとんどのデザイン画がハードな印象であることが確認できる(図4(b))。

##### 5.2 デザインチェック

ユーザは、決定したデザイン案(図5(a))をもとに、自動作図機能を用いてブラウスのフルパターンを完成させる(図5(b))。パターンメイキングの手順としては、まず身頃パターンを作成する。次に身頃パターンの形状をもとに身頃に対応した各ディテールデザインの作図を行う。

ユーザは作図したパターンのCADデータを用いて、3D仮想ソフトウェア上で色, 素材などを考慮に入れデザインを確認する(図5(c))。

##### 5.3 デザインの改善

デザインチェックを行った結果、ハードな印象のデザインに満足できないので、デザインの改善を行う。今度はソフトな印象のデザインを探索する。デザイン探索空間表示ダイアログのバックトラッキングボタンを押し、オーバービュー表示を確認しながら、ハードに偏る前の世代に戻す(図4(c))。

ここで、履歴情報ダイアログを呼び出す。最初の探索では、ソフトな印象のデザインに対して低い適応度を設定していたので、劣悪個体を表示するダイアログのほうに、ソフトな印象のデザインが表示される。履歴情報ダイアログのソフトな印象のデザインとデザイン作成ダイ

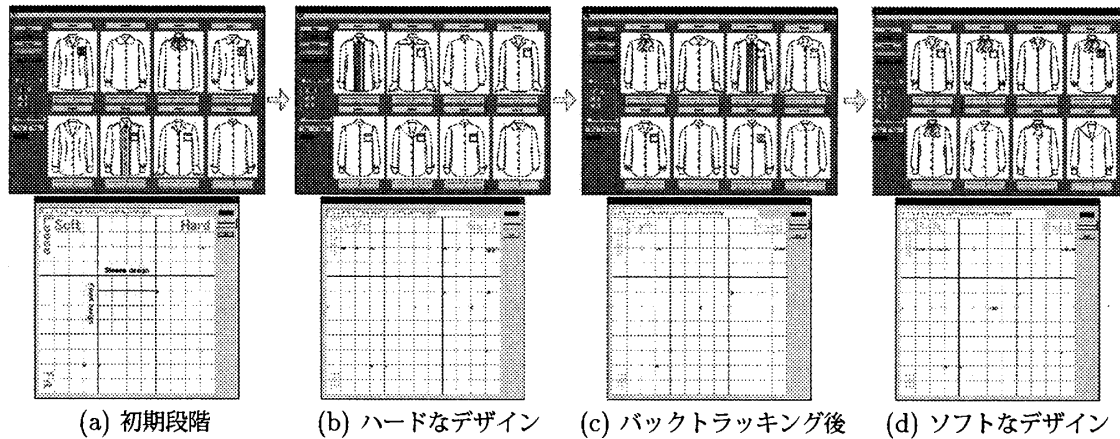


図4: ディメンショナルスタッキングによるデザイン探索空間の可視化

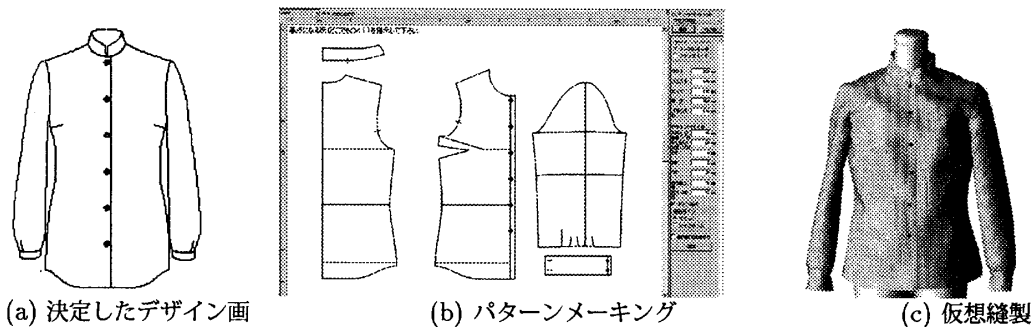


図5: 本システムを用いたブラウスデザインの実行例

アログのハードな印象のデザインを交換する。そして今度は、ソフトな印象のデザイン画に対して、高い適応度を設定し、操作を繰り返す。その結果、現代のほとんどがソフトな印象のオーバービュー表示であることが確認できる(図4 (d))。パーツ固定モードを用いれば、細身のシルエットがよいといったような、ディテールデザインを固定した探索ができる。

気に入るデザインが見つかったら、再び自動作図機能を用いてパターンメイキングを行う。最終的にパターンを確定したら、パターンのCADデータをプロッタに送信することにより、パターンを実物出力する。

## 6. まとめと今後の課題

本論文では、洋服の作成プロセスに注目し、デザインの再検討を実現するために対話型再進化計算を導入したブラウスデザイン支援システムを提案した。本研究で提案する対話型再進化計算の枠組みは、アパレルデザインに限らず、「基本設計」、「詳細設計」、「製作」を考慮した生産体制に対して有効であると考えられる。また対話型再進化計算に基づくデザイン探索過程のブラウジング手法を提案することにより、デザイン探索においてユーザが局所的な探索に陥る問題を軽減できたと考える。

今後は、実際の縫製の授業などのユーザテストを通じて、システムの改良を目指したい。また、デザイン探索空間表示において、効果的な表現をユーザテストの結果をもとに改善していく。さらに本システムを発展させる上で今後、デザインの親子関係の表示；デザインの曖昧

検索；デザインのアーカイブの3点に関して検討を行う予定である。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり貴重なご意見を頂いた、慶応義塾大学 中西 泰人先生、東レ ACS 株式会社の皆様に深く感謝いたします。なお本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (B) 課題番号 17300230 (平成 17~20 年度) により実施された。

## 参考文献

- [1] 藤代 一成 (編著): CAD/CAM, 丸善, 1990 年
- [2] 伊庭 斉志: 遺伝的プログラミング入門, 東京大学出版会, 2001 年
- [3] 中西 泰人: 「選好関数を用いた対話型進化システムの制御と評価 - 遺伝的プログラミングのデザイン支援システムへの応用 -」, 人工知能学会誌, vol.13, pp.704-711, 1998 年
- [4] Hee-Su Kim, Sung-Bae Cho: "Application of interactive genetic algorithms to fashion design," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol.13, no.6, pp.635-644, 2000.
- [5] 土井 美鈴, 山本 高美, 藤代 一成: 「対話型再進化計算とブラウスデザインへの応用」, 画像電子学会 Visual Computing グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2004 予稿集, pp.225-230, 2004 年 6 月
- [6] 山本 高美, 土井 美鈴, 藤代 一成: 「アパレル CAD 教育のための自動作図機能に基づいたブラウス用ディテールパターンのアーカイブ」, 画像電子学会誌, vol.33, pp.696-704, 2004 年 10 月
- [7] 岡 一廣, 塩瀬 隆之, 田浦 俊春: 「問題フレームの制御過程に注目した設計知識の再利用に関する研究」, 第 28 回知能シンポジウム, 2001 年 3 月
- [8] 土井美鈴: アパレル CAD における対話型再進化計算に基づくデザイン支援, お茶の水女子大学大学院修士論文, 2005 年 3 月
- [9] Jeffrey LeBlanc, Matthew O. Ward, Norman Wittels: "Exploring N-Dimensional Databases," In *xProceedings of IEEE Visualization '90*, pp 23-26, 1990.
- [10] <http://www.i-designer-web.com>