

## “MIRACLE” システムのための布形状認識の一検討

田口 哲典<sup>†</sup> 青木 輝勝<sup>†</sup> 安田 浩<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京大学先端科学技術センター 〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: † {taguchi, aoki, yasuda}@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

あらまし 現在ファッションが多様化していく中で、ファッションに関する情報等を取得する選択肢があるが、その全ての情報を得た上で購入する商品を決めることは不可能である。実際に服を購入する場合でさえ、その店舗にある全ての服を試着した上で購入する商品を決める人はほとんどいない。オーダーメイドなどの場合、完成した服をイメージして選ばなければならない。そこで、そのオーダーメイドの代表として着物を取り上げ、着物の試着シミュレーションを行うシステムとして“MIRACLE”システムを考えてきた。このシステム実現には、高速な画像処理が求められる。その画像処理のために、着物と反物の位置の対応関係をできる限り正確に把握する必要がある。

そこで本稿では、実際に試着する着物の柄を利用して、その着物と反物の対応関係を把握するためのアルゴリズムについて提案する。

キーワード リアルタイム画像処理、仮想試着、布形状変化シミュレーション

## A Study on the Recognition of Cloth Features for “MIRACLE” system

Akinori TAGUCHI<sup>†</sup> Terumasa AOKI<sup>†</sup> and Hiroshi YASUDA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Research Center for Advanced Science & Technology, The University of Tokyo

4-6-1 Komaba, Meguro-Ku, Tokyo, 153-8904 JAPAN

E-mail: † {taguchi, aoki, yasuda}@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

**Abstract** This paper proposes the MIRACLE (virtual MIRror And CLothing Environment) system, which realizes a cloth-fitting room not by actual cloth-fitting but by digital image processing. For the sake of realizing the MIRACLE system, we developed fast fitting algorithm. Our first goal is set to develop a fast image-processing algorithm for Kimonos, which are Japanese traditional clothes. The proposed algorithm is based on fast matching for textures and efficient texture mapping. This is because KIMONO is still tailored by order-made way and our system works well especially in this industry.

In this paper, we proposed an efficient algorithm used for performing the texture mapping of virtual KIMONO pattern and the pattern recognition of KIMONO pattern. This intends to make the virtual KIMONO fitting room.

**Keyword** Real-time Processing, Virtual Clothing, Cloth Features Simulation

### 1. はじめに

現在、服についての情報が発信されている場所は店頭だけではなく、雑誌やカタログなどのメディアを利用してパターンもしばしば見かけられる。さらに、今後ネットワーク環境の更なる普及にともない、実際の商品を見ることなしに服を購入する機会が増える可能性もある。また、情報のデジタル化などからファッションについても今まで以上に簡単に情報の発信や収集が可能となっている。そのため、より多くの選択肢の中から自分に似合う服を探すことが可能となっている。

そこで、服を購入する際に手助けをするシステムが必要となる。そのシステムにはユーザが多くの服の中から、すばやく簡単に効率よく選ぶことが求められる。実際に既製品である服を購入する際には、ある程度選択肢を絞って、その後を試着することで購入すること

が考えられる。そのときの選択肢としている服を着ているイメージを自分自身で作りに出すことで選択肢を減らすことが可能となる。それは、その服が目の前にあるためにある程度正確にそのイメージを作り出せるためであり、その場にはない服を購入する際には難しい。

したがって、選択肢や情報源が幅広くなっていることから、その場にはない服がデジタル化されている際に有効な仮想的に試着を行えるシステムが必要となる。ここではそのシステムとして、実際に試着して鏡の前に立ったときと同じような感覚を実現するために、実際には着ていない服を試着した姿が映る鏡のようなシステムにし、より多くのファッションを楽しむ機会を提供するシステムとなる。

このように多様なファッションを楽しむために、バーチャルな鏡を実現し、ユーザがそのバーチャルな鏡の前に立つときさまざまな服に仮想的に着替えられるシ

システムとして、“MIRACLE”システムを、筆者らは提案した[1]。そのためには、リアルタイムでの仮想試着処理が機能として必要となる。

本稿では、服の構成要素としての布について、その布の形状変化を認識することで仮想試着を行うアルゴリズムについて提案する。そこで、2章では仮想的な試着のできる鏡として本研究で提案するMIRACLEシステムの実現のための問題点をあげたうえで、本システムの概略を述べる。3章ではリアルタイムで実現可能な着物の仮想試着アルゴリズムについて述べる

## 2. “MIRACLE”システム

本稿で提案するシステムを、“MIRACLE”システムとする。MIRACLEとは“virtual MIRROR And Clothing Environment”の略であり、仮想的な試着ができる仮想鏡システムである。これは、鏡のような効果を与えるディスプレイの前に立つだけで試着したい服を実際に着ることなく試着している様子が表示されることで、あたかも試着したような感覚を与えるシステムである。

そこで“MIRACLE”システムを実現するためには、鏡のように画像を表示できるシステムでの服を変えられる画像処理が必要である。

一般の服を変える画像処理([2]~[8])は、画像処理を行う前にバーチャルな試着をする人物の計測を行い、その計測結果から人物モデルを作成する。服についてもモデルを作成し、人物モデルの動きに合わせてモデルを変化させる。最後に人物と服の衝突問題を考慮し画像を出力する。しかし、3次元的なモデルを扱うためモデル作成に非常に時間がかかり、シミュレーションを行う際にしわなどの計算量が非常に多い。

そこで“MIRACLE”システムでは、正面の画像だけを撮影することとし、正面画像の情報を2次元的な画像処理を行うことで計算量を減らすことができる。

## 3. 仮想試着機能

“MIRACLE”システムにおける仮想的な試着を実現するためには、リアルタイムな服のシミュレーションが行えなくてはならない。従来の研究では、人物の3次元計測を行って3次元人体モデルを作成し、服のシミュレーションを行い、そのあとで人物と服の衝突などを計算することなどを行ってきた。しかし、生産者側の立場にたったものであり、本稿で提案しているシステムのような購買者側のシステムと求められているものが違う。そこで本章では、“MIRACLE”システムの求めているものを明確にし、システムの実現の具体的な方法について述べる。

### 3.1. 着物の仮想試着

服を試着するシステムとして、“MIRACLE”システ

ムを考えてきた。しかし、市販の服は莫大な種類(サイズやデザイン)があり、オーダーメイドまで考えると無限に近い。実際はそのすべてについてリアルタイムで試着可能なシステムは実現困難であり、服の種類の特徴によってそれぞれに個別の工夫が必要である。そこで今回は、着物に限定した試着用のシステムとして考える。

“MIRACLE”システムを着物に利用することの利点としては、

- ・一般にオーダーメイドで製作されるため、客にとって完成イメージがわきにくい。
- ・日本古来の文化であり、これをデジタル技術と組み合わせて積極的に普及させることの意義は極めて大きい。

等が考えられ、仮想試着の有効性が非常に高い。

従来は正確な人体計測や布の正確なシミュレーション等を目標とする研究が多かったため精度を重視していたが、本システムではリアルタイム性を重視して、あらかじめユーザが着物を試着し、柄のみを変更するシステムを構築する。図.1にそのシステムの概念図を示す。

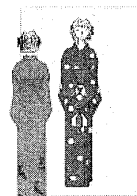


図.1 着物の“MIRACLE”システム

また今回は実際に試着することで、一般のバーチャル試着室などでは体験できない要素である着心地なども体験できる。

### 3.2. 仮想試着処理

従来は人物を開数や剛体などでモデル化したうえで、布をバネモデルなどでシミュレーションを行っていたが、本稿で提案するシステムでは述べたように着物にすることで、着物のみをモデル化すればよい。また、従来の研究では3次元モデルであったが、実際に着物が動く様子が撮影可能であるため、カメラ1台で撮影された2次元のモデル化を行う。そのために、3次元モデルに比べて計算量を減らすことが可能であり、リアルタイム性を重視できる。

また、実際にユーザが着物を試着するシステムにすることで、従来の研究の多くが目標としている正確な人体計測や布のシミュレーションが実際に画像のデータとして得ることができるため、その部分の計算が必要なくなる。その一方で、本稿で提案するシステムでは、着物の柄を変更するという画像処理を行わなけれ

ばならない (図.2).

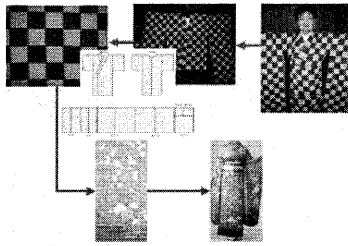


図.2 着物の仮称試着処理の流れ

### 3.2.1. 仮想試着処理仮想マッピング処理

“MIRACLE”システムにおける試着シミュレーションは、実際に着ているものと違う柄の着物を試着している様子をシミュレーションすることである。しかし、実際に着物の購入の際は反物で扱われることがほとんどのため、完成した着物のモデルを事前につくることができない。そこで、反物をベースとしたうえでシミュレーションを行わなければならない。

そこで、着物が四角形のパッチで構成されていると仮定し、そのパッチ単位に分割して処理を行う。着物のそれぞれの領域に対して、着物と反物について、各パッチの位置の対応関係とその変化形状を認識し、その情報から仮想試着用着物の反物の各パッチを形状変化させることで、着物の仮想試着を実現する。また、着物のそれぞれのパートごとにパッチの変形を行うことで、3次元的なモデルでの計算に対して計算量を減らすことが可能となる。

本来は、着物と反物は1対1で完全に対応するため、実際に試着する着物と反物の対応点をわかりやすくするためには、試着する着物のすべての点またはパッチ領域が独立な色などの特性を持つことが望ましいが実際にそのような色を用意することは難しい。ここでは着物のそれぞれの領域に対して、実際に試着する着物と反物について、各パッチの位置の対応関係とその変化形状を認識し、その情報から仮想試着用着物の反物の各パッチを形状変化させることで、着物の仮想試着を実現する。

そのため、試着する着物に対してそれぞれの領域(帯・袖など)ごとに、その反物の対応する領域中にある対応する柄(パッチ)の形状変換を行うことで、3次元的なモデルでのシミュレーション計算に対して計算量を減らすことが可能となる。本システムでは、着物のそれぞれの領域中にある柄をパッチとして利用することとする。そのため、柄の認識が行いやすいようにしなければならない。また、パッチの形状を変換しなければならない。反物の画像を射影変換することで、反物状態でしかない着物のパッチを変換し、マッピングすることとする。

ここでの射影変換は、ある平面上の点  $P(x, y)$  が投影中心に関して、別の平面上の点  $P'(u, v)$  に投影されるような変換であり、

$$u = \frac{ax + by + c}{gx + hy + 1}, \quad v = \frac{dx + ey + f}{gx + hy + 1}$$

と表す変換である。

さらに、反物のパッチを正方形の形状に固定し、射影変換の変換係数を求める際の計算を最小限に減らすことが可能となる。四角形  $ABCD$  が四角形  $A'B'C'D'$  に移る変換を考える。それぞれの変換の前後での座標の対応を以下のようにする。

$$A(0,0) \mapsto A'(0,0)$$

$$B(1,0) \mapsto B'(x_0, y_0)$$

$$C(1,1) \mapsto C'(x_1, y_1)$$

$$D(0,1) \mapsto D'(x_2, y_2)$$

このとき、射影変換の式は

$$u = \frac{(\alpha + 1)x_0x + (\beta + 1)x_2y}{\alpha x + \beta y + 1}$$

$$v = \frac{(\alpha + 1)y_0x + (\beta + 1)y_2y}{\alpha x + \beta y + 1}$$

ただし、

$$\alpha = \frac{(x_1 - x_0 - x_2)(y_2 - y_1) - (y_1 - y_0 - y_2)(x_2 - x_1)}{(x_0 - x_1)(y_2 - y_1) - (y_0 - y_1)(x_2 - x_1)}$$

$$\beta = \frac{(x_1 - x_0 - x_2)(y_0 - y_1) - (y_1 - y_0 - y_2)(x_0 - x_1)}{(x_2 - x_1)(y_0 - y_1) - (y_2 - y_1)(x_0 - x_1)}$$

と表すことが可能となる。

また、パッチの大きさから形状変化の認識精度をある程度まで下げるための閾値を導入すると、形状の変化がほとんど起きていない場合は、

$$u = (\alpha + 1)x_0x + (\beta + 1)x_2y$$

$$v = (\alpha + 1)y_0x + (\beta + 1)y_2y$$

と簡略化できる。

### 3.3. 試着用物柄の特徴

そのため、射影変換を決定するために必要となるパッチの角に対応する点を、試着をしている着物の柄とし、その角の点だけを高速に認識可能な柄を用いることとする。

したがって、試着する着物の柄は、仮想的にデザインされた格子模様の格子点とそれ以外の点でははっきり特別が可能な柄が望ましいということになる。ただし、1画素程度の点では、ユーザとカメラの位置関係などによって、柄としての格子点がまったく見えなくなる

可能性があるため、ある程度の大きさを持った柄とし、その柄の重心を格子点とすることとする。

また、着物の仮想試着シミュレーション処理を行うためには、実際に試着している着物の領域を抽出しなければならぬ。そこで、キーイング処理を行う。分離する前の画像の構成要素は、背景・人物・着物である。そこで、着物の領域を抽出するには背景と人物に対してキーイング処理を行う手法と着物の領域に対してキーイング処理を行う手法が考えられる。背景はブルーバックを使うなどの工夫を行うことで、キーイング処理が簡単に可能であるが、人物については肌の色や髪の色など個人差があるため、事前にキーを設定することが難しい。そこで、着物の領域に対してキーイング処理を行うことで着物の領域を抽出する。そのため、実際に試着を行う着物には、キーとして簡単に設定可能な柄を利用することとする。

さらに、それぞれのパッチの位置を特定するために、それぞれのパッチ領域に対して、パッチの特徴認識を行う。ここでは、色や記号に対する特徴認識を考える。それぞれについて特徴を考慮した配置をすることで、同じものを複数回利用することが可能となる。また、いくつかのパッチを一つのパッチとして扱うことで、再帰的な処理が可能となる。そこで、それぞれのパッチの特徴についての解析が必要となる。そのためにパッチを仮想的に変化させ、その形状変化をシミュレーションすることにする。

### 3.4. パッチ形状の特徴認識シミュレーション

パッチの形状変化をシミュレーションする際、実際に起こっている変化を2つに分けて考える。ひとつはそのパッチ自身の形状変化であり、もうひとつはパッチがカメラに対して向いている角度の変化であるとする。ここでは、パッチ自身の形状変化は無いとしたときのパッチの持つ特徴量の変化について考える。パッチの大きさは、全体の画像を取得した際に正規化することで一定になるとし、パッチを見ている視点からの平行投影と考える。そのときの視線の動く範囲を、パッチの裏側は別のパッチとして考え、半球に制限することが可能となる。

このようにして形状変化を仮定したパッチの持つ特徴量を比較するために、ここではLPT (Log-Polar Transformation) を用いて比較する[9]。LPTは、 $P(x, y)$  が  $P'(\xi, \eta)$  とマッピングされる仮定したときに、

$$\xi = \log \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \eta = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

と表す変換であり、ここでのパッチの形状変化として考えている回転などの変化に対して強い。このようにして仮想着物の柄をマッピングした結果が図.3のようになる。

さらに、着物の試着した画像にマッピングした結果

が図.4のようになる。ここでは、着物の部位特定のためのアルゴリズムを用いていないため、胴と帯の部分はマッピングされていない。

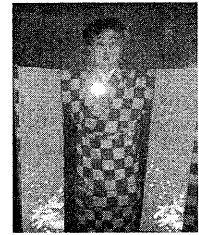
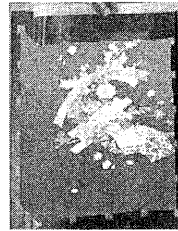


図.3 仮想着物柄マッピング 図.4 着物試着結果

## 4. まとめ

本稿では、着物の仮想試着が可能な“MIRACLE”システムのために、服の構成要素としての布について、その布の形状変化を認識することで仮想試着を行うアルゴリズムについて提案した。そのために、着物の柄をパッチの特徴として利用し、パッチの射影変換することで、リアルタイムでの処理が可能な試着アルゴリズムを提案した。

今後の課題は、着物の柄の特徴についてさらに検討し、認識効率の高い着物の柄を用いてシステムの実装を行うことである。

## 文 献

- [1] 田口哲典, 青木輝勝, 安田浩, “MIRACLE: 仮想鏡システムと着物試着への応用”, 信学ソサイエティ大会, 2002.
- [2] H. Okabe, H. Imaoka, T. Tomiha and H. Niwaya, “Three Dimensional Aparell CAD System,” Computer Graphics, pp.105-110, 1992.
- [3] I.A. Kakadiaris and D. Metaxas, “Three-dimensional human model acquisition from multiple views,” International Journal of Computer Vision, vol.30, no3, pp.191-218, 1998.
- [4] D. Baraff and A. Witkin, “Large Steps in Cloth Simulation,” Computer Graphics, SIGGRAPH 95 Conf. Proc., pp.43-54, 1998.
- [5] X. Dai, T. Furukawa, M. Takatera and Y. Shimizu, “Dynamic dress modeling based on geometric constraints,” Proc. of International Conference on Virtual Systems and MultiMedia, pp.190-202, 1999.
- [6] K. Tagawa, T. Kakimi, T. Ojika and R. Kijima, “A Method for Dynamic Cloth Simulation and its Application in the Virtual Fashion system,” Proceeding of VSMM'98.
- [7] 今尾公二, 亀田能成, 美濃澤彦, 池田克夫, “シルエット画像に基づいて個人体形を反映する3次元形状モデルの変形法—仮想試着室の実現に向けて,” 信学論, vol.J82-D-, no.10 pp.1684-1692, 1999.
- [8] 星野准一, 斉藤啓史, “ビデオ映像とCGの合成によるヴァーチャルファッションの実現,” 情報処論, Vol.42, No.5, pp.1182-1193, 2001.
- [9] Young D., “Straight lines and circles in the log-polar image,” BMVC2000, September 2000, pp. 426-435