

K-33 高度仮想試着アルゴリズムの一検討と MIRACLE への応用

A Study on the Algorithm Design of an Intellectual Virtual Fitting Room and the Implementation of the MIRACLE System

田口 哲典† 青木 輝勝† 安田 浩†
Akinori Taguchi Terumasa Aoki Hiroshi Yasuda

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なく、雑誌やカタログなどのメディアを利用している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。

そこで、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ステムとして、“MIRACLE”システムを、筆者らは考案した[1][2]。“MIRACLE”とは“virtual MIRror And CLothing Environment”の略であり、“MIRACLE”システムとは、実際に試着を行うことなく、あたかも試着をしているような様子が鏡のように映すシステムで、服を購入する際に、試着という行為の負担の軽減と服の選択肢の拡大を可能にするシステムである。その実現のためには、“MIRACLE”システムにはミラーディスプレイと仮想試着が機能として必要となる。

本稿では、鏡に映る仮想鏡像の作成のために、仮想試着の機能をリアルタイムで実現するための仮想試着アルゴリズムについて提案する。

2. MIRACLE のミラーディスプレイ機能

実際に鏡に映る鏡像に対して、いろいろな画像処理を加えることは不可能であるため、映像の入出力として、カメラと投影装置を利用することで、仮想的な鏡を実現しなければならない。そのとき、仮想的な鏡に映った鏡像が現実の鏡で映る鏡像と同様の感覚を得られることが望まれる。そのために、鏡の前とカメラの前とでの心理的な負担の違いがあると考えられることから、カメラを意識しないシステムが必要となる。

そこで、鏡としての効果を持つミラーディスプレイとして、光の透過率が70%以上であるホログラムスクリーンを利用し、スクリーンの真裏にカメラを置くことで、視線一致が可能なディスプレイを実現した。さらに、ユーザの正面にそのカメラからの映像を出力することでユーザの動きに対応した動きが可能なディスプレイとなり、鏡としての機能を備えたディスプレイを実現した。

その結果、ミラーディスプレイの機能として、

- ・ 実物大表示
- ・ 視線一致
- ・ 接近感
- ・ 動きにあわせた表示

を体感できるディスプレイを構築した。これによって、画像処理が可能な仮想的な鏡が実現した。

3. MIRACLE の仮想試着機能

3.1 着物の仮想試着処理

本稿では、着物に限定した試着用の“MIRACLE”システムを考え、図1のようなシステムを目指す。着物の仮想試着における“MIRACLE”システムの意義としては、

- ・ 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ることで積極的に普及させることの意義は極めて大きい

等が考えられる。

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。実際に試着することで、一般のバーチャル試着では体験できない要素である着心地などを体験可能である。これによって、実際に着物を着た場合に制限される姿勢や動きを実際に制限でき、仮想的な試着をしている仮想鏡像に対する鏡としての臨場感を高めることが可能となる。また、3次元的な正確な人体計測や布のシミュレーションや人物と布の衝突判定などの処理について、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。そのため、実際に撮影した画像から着物部分の画像を抜き出し、その試着した着物の反物の状態との対応から、新しく変更する柄の反物に置き換えるという処理を行うことで着物の仮想試着を実現する。着物の仮想試着処理におけるデータ処理の流れは図2である。

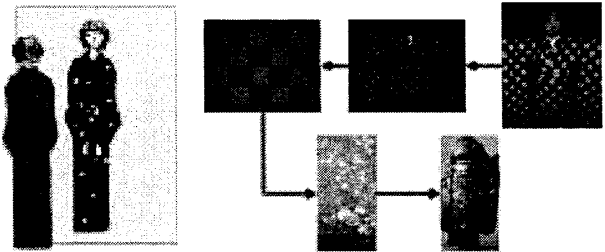


図1 着物の仮想試着

図2 着物の仮想試着処理の流れ

3.2 仮想試着のための試着する着物の柄の利用

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特性など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・

†東京大学 先端科学技術研究センター, Research Center for Advanced Science & Technology, The University of Tokyo

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、

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

と表す変換である。

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が可能な柄を用いることとする。

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。

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。

さらに、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ない。そこで、背景などを分離する際に使われる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。

以上より、実際に試着する着物に要求される柄の特徴として、

- ・ 格子点として利用可能
- ・ 事前にキーとして設定可能

を満たすことが必要であり、これらの条件を満たすことで MIRACLE システムにおけるリアルタイムでの仮想試着が可能となる。

3.3 シミュレーション実験

試着する着物の柄は、格子点をはっきりとした柄を利用するが、格子点同士の間隔 (パッチの大きさ) が問題となる。ここでは、袖のシミュレーション実験を仮定して、短いほうの辺の長さを l とし、その長さを基準として格子点同士の間隔に対して仮想試着の評価としてのシミュレーション

実験を行う。これにより、標準サイズの反物であれば、長さ l の正方形が約 32 枚あることになるが、実際は着物の領域が分かれることなどから、さらに数枚のパッチがあることになる。

仮想試着のシミュレーションは、本システムがリアルタイム性を追求したシステムであるので、動画としてではなく、静止画として各フレームの生成の処理時間を測定することで評価を行う。一方マッピングの有効性を示すために、元の画像と新しく作成した画像の SN 比をとることで評価する。ただし、画像が違えば比較ができないため、仮想試着用の反物として元の実験試着した反物を利用し、それぞれの画像を 2 値画像であらわした際の SN 比をここでは評価とする。さらに、このマッピング精度の SN 比は、パッチ一つあたりの SN 比を精度として評価する。また、背景はキーイング処理を簡単にするために、クロマキー処理で使用するブルーバックを用いて実験を行った。

このようにして行った実験結果は、表 1 と図 3 のようになった。さらに、この画像に対して着物の柄をマッピングした結果は、図 4 のようになる。これらの結果から、リアルタイムでの精度の高いマッピング処理が可能である。ただし、実際はカメラから取得する画像が複雑になることが考えられ、形状の変化が複雑なことが予想される領域とそうでない領域について格子点の間隔の長さを変えることで、より効率的な反物画像のマッピングが可能となる。

表 1 シミュレーション実験結果

格子点の間隔	処理時間[ms]	マッピング誤差
l	534	2.1
$l/2$	621	1.8
$l/4$	704	1.2
$l/8$	943	1.1

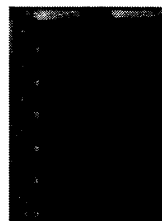


図 3 反物柄試着結果 図 4 着物柄試着結果

4. まとめ

本稿では、着物の仮想試着が可能な "MIRACLE" システムにおける高度仮想試着アルゴリズムとして、着物の柄を利用する試着アルゴリズムを提案した。

今後の課題としては、オクルージョンを考慮した実際試着する着物と反物の点の対応を高速に見つけるアルゴリズムの検討と、画像から取得可能な陰影情報を利用した仮想試着の臨場感の向上などを解決することである。

参考文献

- [1] 田口, 青木, 安田, "デジタルミラーシステムの一検討", 信学技報 CS2001-101, 2001.
- [2] 田口, 青木, 安田, "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.