

## リアルタイム仮想試着実現のためのユーザ動作保証に関する一検討

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研究センター

〒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** 筆者らは、これまでに“MIRACLE”システムというリアルタイムで自由に動くことが可能な仮想試着システムを提案した。このシステムは実際に一着だけ服を試着しその服の柄などをユーザが変更するシステムであり、実際に試着した服の画像があるため、正確な仮想試着した姿を推測することが可能なシステムである。柄の特徴量を利用することでユーザの動作を保証することを行ってきたが、手を前に出した際にその柄を正確に抽出することが不可能であった。

そこで本稿では、手とマッピング領域を識別するために、柄の特徴点配置とその色情報を用いることで、マッピングを行う領域を正確に認識し、それによりユーザの自由な動作を保証するアルゴリズムを提案する。

**キーワード** “MIRACLE”システム、動作保証、リアルタイム色認識

## A Study on the Users' Freely Motion Assurance for Real-Time Virtual Trying on

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** We have already proposed a real-time virtual clothing system called the MIRACLE, in which user can try various clothes on even if he/she moves while acting freely. This system enables to change patterns of clothes if users are putting only one cloth on. Our current algorithm is assuring of the users' freely moving using the features of T-shirt design pattern. But if user's hand overlaps mapping area, current algorithm incorrectly recognizes same area.

In this paper, we propose the motion assurance algorithm using the color feature of design pattern position and the color information, and show the effect.

**Keyword** “MIRACLE” System, Motion Assurance, Real-time Color Recognition

## 1. はじめに

筆者らは、服を購入する際における試着という行為の負担の軽減と着物柄の選択肢の拡大を可能にするために、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を鏡のように映し出すシステムとして、これまでに筆者らは“MIRACLE”システムを考案してきた[1]。このシステム名の“MIRACLE”とは“virtual MIRror And Clothing Environment”の略である。

“MIRACLE”システムでは実際に一着だけ服を着ることにすることで(図1)、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、その部分の計算の必要性が生じなくなる。したがって、従来のように高価かつ特殊な機器を利用するモーションキャプチャを行わないため、ユーザに対して負担を軽減することが可能である。



図1 MIRACLEの概念図

また、従来の研究では3次元モデルであり一般的にこれらの方法を用いると膨大な演算時間を必要とし、スーパーコンピュータ級の計算機を用意してもなおリアルタイム処理が困難であったが、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したシステムとなっている。

“MIRACLE”システムにて仮想的な試着を実現するためには、鏡のような感覚の実現のた

めリアルタイムな服のシミュレーションが行わなくてはならない。しかし、服をはじめとする布で縫製されたものをはじめ、一般の柔軟物はその周囲であるエッジの情報だけではその表面がどのように変化をしているかを決定することはできないため、その表面の形状を決定することが不可能である。そのため、これまでパネモデルをはじめ様々なモデルを仮定することで、どのような表面の形状をしているかを決定していた([2]~[5]など)。これら既存モデルを用いた場合は、複雑な計算処理を行う必要があるため、筆者らが考案したリアルタイムで服を仮想的に試着が可能なシステムには、リアルタイム性という点であまり向いているモデルとはいえない。そこで、筆者らはこのようなモデルを仮定せずに、実際に試着を行う服の柄を利用し、実際に画像から表面のみの形状データを取得することで、その表面の形状を決定することを考えてきた。

また、本システムのシステム構成でのユーザが自由に動くことを保証するために、柄の特徴点を補間することを行ってきた。しかし、特徴点や試着画像のマッピング処理を行う領域の判定に色情報を用いているため、使用する色によってはユーザの手の肌色と区別が明確にできないことがあった。

そこで本稿では、従来は特徴点消失についてのみ動き保証を行ってきたが、マッピング領域抽出に対する動き保証を考え、“MIRACLE”システムにおける仮想試着処理を行う領域に重複した手の領域を認識するためのアルゴリズムを提案する。

## 2. 従来の“MIRACLE”システムにおける動き保証

“MIRACLE”システムは、リアルタイムで自由に動くことが可能な仮想試着システムである。そのため、ユーザが自由に動くことに対する保証が必要となる。そのためにこれまでは特徴点の補間処理を行うことで保障を行っている。

実際に着る服の柄における特徴点を利用することで、柄の形状変化を認識することが可能としているが、さまざまな要因からすべての点を検出できないことが予想される。そこで、検出できなかった点について、補間を行う必要がある。

検出できなかった特徴点を補間するために、検出

した特徴点を利用する。利用する検出した点の数が多ければ多いほど、検出できなかった点の位置の推測精度が向上するが、使用する情報が増えるため、リアルタイムで処理を行うことが難しくなってしまう。そのため、検出できなかった点の上下左右の4点を利用し、その位置情報から位置の推測、補間を行う。

そこで、周囲の上下左右4点の検出状況から、

- (1) 4点すべてが検出された場合
- (2) 3点が検出された場合
- (3) 向かい合う2点(上下や左右)が検出された場合
- (4) 隣り合う2点(上と右など)が検出された場合
- (5) 1点のみ検出された場合

と以上のように、補間方法を分類する。周囲の点も全く検出されていない点については、マッピング領域がカメラ入力画像中に収まっていない場合と同様と考え、補間を行わないこととする。また、端の点についてはもともと周囲の点が4点あるわけではないので、存在しない点については、その点が検出できなかったことと同様に処理を行う。

以下では、具体例を示しながらその補間処理について述べる。また、水平方向をx軸、垂直方向をy軸とする。

(1)では、図2のように4点の重心を求め、その重心の座標を補間する点とする。

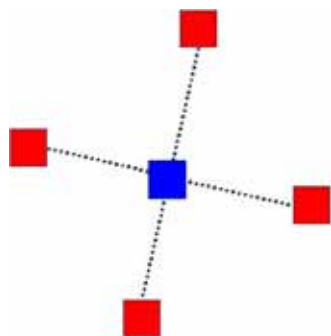


図2 上下左右の4点での補間

(2)では、図3のように左右の midpoint のx軸座標と上の点のy軸座標とする点を補間する点とする。また、他の3点の場合も同様の処理を行う。

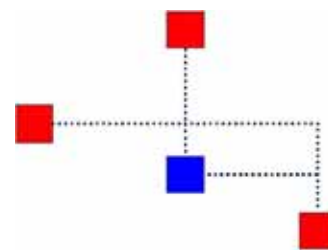


図3 上左右の3点での補間

(3)では、図4のように左右の点の midpoint を補間する点とする。上下では、上下の点の midpoint とする。

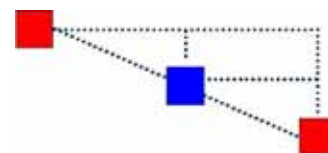


図4 左右の2点での補間

(4)では、図5のように右の点のx軸座標と上の点のy軸座標とする点を補間する点とする。また、他の2点の場合も同様の処理を行う。

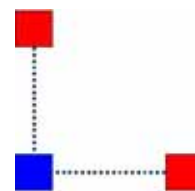


図5 上右の2点での補間

(5)では、図6のように、パッチの1辺の長さ分、垂直方向(下)に平行移動をした点を補間する点とする。また、他の場合も同様の処理を行う。

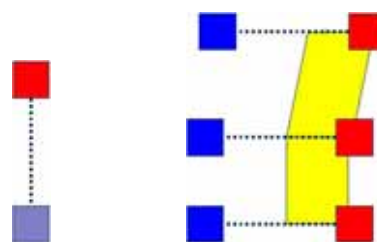


図6 1点での補間

以上のような処理を行うことで、ユーザの動きに対する保証を行っていた。基本的にはこの点の補間で十分であるが、この前提条件として、仮想的に試着を行う柄の領域が正確に抽出可能である場合でなければならず、実際に試着する服の柄の特徴点として使用する点の色と手の色が同じと色判定をした場合にはマッピング領域にもかかわらずマッピング領域でない判定さ

れてしまう。そのため、ここでの特徴点判定が補間の精度にも非常に大きな影響を与えることとなる。

### 3. 手と特徴点の識別による動き保証

ユーザが自由に動くことに対する保証を考えた場合、“MIRACLE”システムでは、マッピング領域をリアルタイムで正確に抽出することが求められる。本稿では手とマッピング領域を区別することを目的しているため、手を認識する方式とマッピング領域を認識する方式が考えられる。

そこで本章では、従来の“MIRACLE”システムでの問題点と、それぞれの方式から考えられる識別方式について述べる。

#### 3.1. 従来の方式

従来の“MIRACLE”システムでは、マッピング領域を抽出するために、実際に試着する服の柄をマッピング領域としていることから、マッピング領域がある程度の大きさを持ち、その色情報を持つことを利用していた。

そのため、色の判定処理を簡単にするため図7に示したような柄を用いている。この柄は、マッピング領域を示す基本色領域と特徴点領域で構成されており、8色に大別した後で、基本色領域の抽出を行い、その中に含まれる特徴点領域を抽出していた。

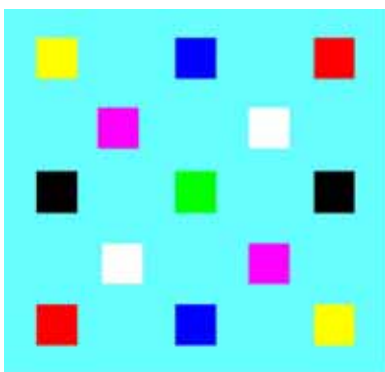


図7 試着Tシャツ柄

しかし、さまざまな理由で基本色領域が完全に取得できない場合があり、そのような場合には基本色領域に接する特徴点領域が存在することがある。従来の方式では、このような場合にはこの特徴点領域を基本色領域中に存在しないことからマッピング領域含んでいなかった。実

際にはこの特徴点はマッピング領域であるためこの領域をマッピング領域に含むことが必要となる。しかし8色に大別した場合、マッピング領域に隣接する他のオブジェクト、特にユーザの手を誤って（赤や黄色として）抽出することが考えられる。そのため、手と特徴点領域のそれぞれを分けることが必要となる。

#### 3.2. 手の認識方式

ここでは従来の手の認識に関する方式のいくつかについて述べる。

一般的に用いられている判定法の中で、HSVモデルを用い、H値に基づいて判定する方式がある。この方式ではさまざまな実験からHの閾値としての値も示されている。

また、この方式以外にも以下のような方式などが提案されている。[6]では肌を5つの層でモデル化し、そのモデルを用いて肌の反射スペクトルを算出することで肌色を表現することを行っている。ヘモグロビンの分布関数を変化させることで肌色の質感の変化に対応することが可能となっているが、メラニンの分布を経験的に推測するなど完全に自動的な肌色の再現は行われていない。[7]ではカラー画像を領域分割する際に色のクラスタリングすることが提案されているが、HSVや $L^*a^*b^*$ モデルの色空間を用いると人間の色知覚に近い結果が得られることになっているが、事前に設定するパラメータが多数ある肌色に関する結果では、顔が複数のクラスタで構成されており、肌色認識は実現していない。[8]では輝度で正規化を行ったRGB値を用いている。とくに正規化したR値とB値を用いることで、照明光の明るさに依存しにくい結果を得られているが、輪郭を明瞭に検出することができていない。

そのほかにもこれまでに色・テクスチャ・差分法・オプティカルフロー、事前にユーザのデータを登録したり、教師学習をさせたりするなどの研究において、さまざまな工夫がなされてきたが、システムを使用する環境の影響により、完全に認識を行うことは不可能である。これは[11]でも述べられているように、すべての画像処理手法に適した色空間は存在せず、処理によって適切な色空間が異なるためである。

#### 3.3. マッピング領域の認識

本システムでは、実際に試着する服の柄をマッピング領域としている。そのため、このマッピング領域が正確に認識できれば、仮想試着処理における領域抽出としては十分である。実際に入力画像を目で見た場合、明らかに違いがわかる。そのため色情報を用いることで認識することは可能であると考えられる。

ここでは従来方式と同様にマッピング領域の色情報が既知であることを利用することでマッピング領域を正しく認識する方式を考える(図8)。

従来は8色で考えていたため手を赤や黄色と判定していた。そこで、もともとの入力画像の色情報を利用することとする。しかし、入力画像中のマッピング領域はさまざまな条件でその色情報が一定でないため、事前に設定することが難しい。そのため、従来と同様に8色で大まかなマッピング領域を抽出する。マッピング領域の基本色領域は手の色とは非常に離れた色であることから、基本色領域で大まかな基本色領域を抽出し、その領域をもとにその領域中に存在する7色の特徴点領域候補を抽出する。次にこの特徴点候補領域について、この柄が対角に同色の柄を配置していることを利用し、基本色領域に接している特徴点候補領域については、同じ色の基本色領域中に存在する特徴点候補領域の色情報を利用することで手の色と紛らわしい特徴点領域を抽出するが可能となる。

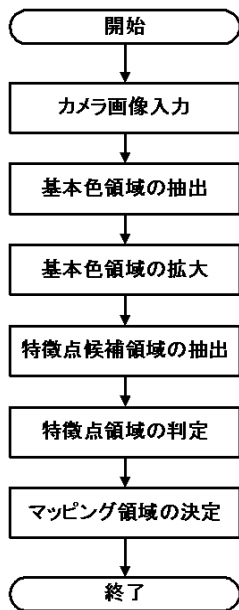


図 8 マッピング領域の抽出処理

#### 4. 手と特徴点の識別シミュレーション

“MIRACLE”システムにおける手とマッピング領域の識別を目的とするため、マッピング領域を認識する方式を提案した。そこで、この方式についての有効性を確かめるため、手と特徴点の識別についてシミュレーション実験を行った。

また比較方式として、一般的に肌色認識で用いられている判定法の中で、HSVモデルを用い、H値に基づいて判定する方式を用いる。ここでは  $H = [0, 30]$  である場合が肌色であるとする。

シミュレーション結果は図9、図10のようになった。この結果から、従来は手と同じ領域としてみなしていた特徴点領域を正確に認識しており、肌色認識を使用した結果に比べてもより正確に認識していることがわかる。

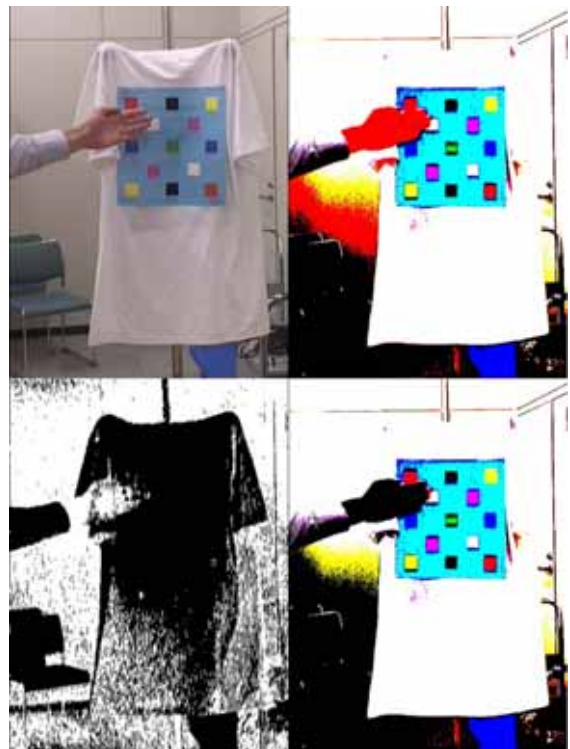


図 9 手とマッピング領域の識別シミュレーション1 (左上: 入力画像、右上: 従来法、左下: 肌色認識、右下: 提案手法)

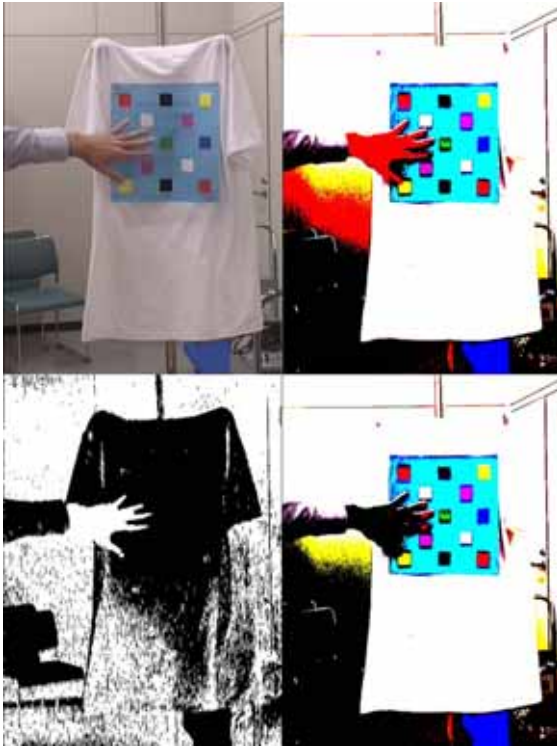


図 10 手とマッピング領域の識別シミュレーション2 (左上：入力画像、右上：従来法、左下：肌色認識、右下：提案手法)

## 5. まとめ

本稿では、筆者らが提案してきたリアルタイム仮想試着システム、“MIRACLE”システムにおけるユーザの自由な動作を保証するためのマッピング領域抽出アルゴリズムとして、実際に試着を行う柄の特徴を利用した色認識を用いた方式を提案した。これまでは手とマッピング領域の特徴点の識別が不可能であったため、手をカメラの前に出す動作をした際にマッピングが不自然だったが、このアルゴリズムによりこの不自然さを解消することが可能となることが考えられる。

そのため今後はこのアルゴリズムをシステムに実装し、アルゴリズムの有効性を確認する予定である。

## 文 献

[1] 田口哲典, 青木輝勝, 安田浩, “Tシャツのリアルタイム仮想試着システム,” 情報処理 AVM 研究会, Mar.2003.

[2] 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.

[3] D. Baraff, A. Witkin, “Large Steps in Cloth Simulation,” Computer Graphics, SIGGRAPH 95 Conf. Proc., pp.43-54, 1998.

[4] 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.

[5] M. Meissner, B. Eberhardt, “The Art of knitted Fabrics, Realistic & Physically Based Modeling Of Knitted Patterns,” EUROGRAPHICS '98, Vol.17, No.3, 1998

[6] 中井久史, 眞鍋佳嗣, 井口征士, “物理モデルに基づいた人の肌の色の質感表現,” 信学論 (D- ), Vol.j84-D- , No.2, pp.321-327, 2001

[7] 高橋圭子, 阿部圭一, “ISODATA クラスターリング法を用いたカラー画像の領域分割,” 信学論 (D- ), Vol.j82-D- , No.4, pp.751-762, 1999

[8] 中田康之, 安藤護俊, “色抽出法と固有空間法を用いた読唇処理,” 信学論 (D- ), Vol.j85-D- , No.12, pp.1813-1822, 2002

[9] 汐崎陽, “ニューラルネットによる同色領域の抽出,” 信学論 (D- ), Vol.j74-D- , No.3, pp.456-458, 1991

[10] 大垣健一, 岩井儀雄, 谷内田正彦, “動きと形状モデルによる人物の姿勢推定,” 信学論 (D- ), Vol.j82-D- , No.10, pp.1739-1749, 1999

[11] 高橋圭子, 松浦正樹, 杉山岳弘, 阿部圭一, “人間による画像の色分類結果と領域分割結果に基づいた色空間の比較評価,” 信学論 (D- ), Vol.j82-D- , No.4, pp.751-762, 1999

[12]