

輝度情報を用いた布のしわの再現に関する一検討

田口 哲典[†] 青木 輝勝[†] 安田 浩[†]

† 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。しかしながら、これまでのアルゴリズムでは、形状変化を認識するために柄の特徴点の情報を利用することで試着の臨場感を表現していたため、形状変化が乏しい場合には、仮想試着の柄を貼り付けているだけで、リアリティが不足し、画像中のそのほかの領域との違いを著しく感じるものであった。

そこで本稿では、試着姿の臨場感をより高く表現することを可能となるアルゴリズムとして、撮影した画像から陰影情報として輝度情報を抽出し、その陰影情報を反映した仮想試着に向けた布のしわの再現のためのアルゴリズムを提案する。

キーワード 仮想試着、“MIRACLE”システム、リアルタイム画像処理、陰影情報処理

A Study on the Real-Time Wrinkled Clothes Expression Algorithm using the Luminance information

Akinori TAGUCHI[†] Terumasa AOKI[†] and Hiroshi YASUDA[†]

† 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 expressing the reality of clothes by using information on the characteristic point of the patterns of the cloth to recognize the changes of shape. However, when the changes of shape are small, they become the “plain” image which just pastes the pattern of cloth. Therefore, when user sees the image, he/she feels that something is different between this area and other areas in these images.

In this paper, we propose the virtual cloth trying algorithm including the shadow information, and show the effect.

Keyword Virtual Clothing, “MIRACLE” System, Real-time Processing, Shading Information Processing

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(図1)。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きている。

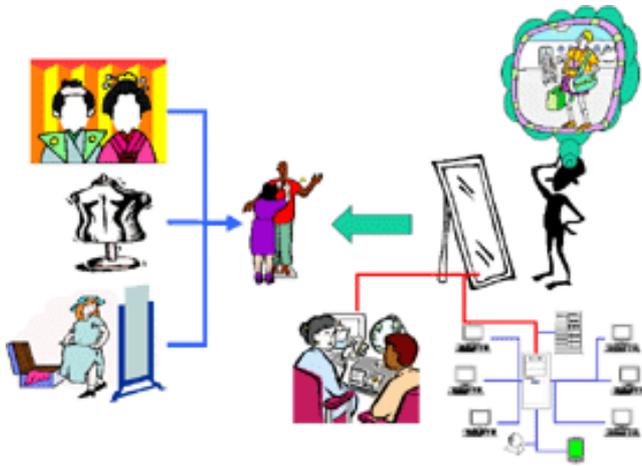


図1 試着行為のいろいろ

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出すことで選択肢をしばることが可能となる。それは、その服が目の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。

このため、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。そのシステムとしては、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であることが望ましい。

このシステムを利用することで、購入者には、短時間でより多くの(店内に無い服までも)服が試着可能であるなどの利点があり、一方で販売者側にとっては、商品の在庫を減らすことが可能などの利点がある。また、オーダーメイドの服についても実際に作成する服が出来上がる前に仮想的に試着が可能となる。

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[1]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。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、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。

そのためこれまで、表面の形状変化を2次元の幾何変換を行うことで表現してきたが、画像をそのまま貼り付けたような感じになってしまうことは否めなかった。しかし、実際に試着を行うシステムであるため、服らしさ(立体感、影、重さ、硬さ、テクスチャ)を可能な限り正確に表現する必要がある。

そこで本稿では、カメラで撮影して得られた情報中の陰影に関する情報として輝度情報を利用することで布らしさを実現する画像処理アルゴリズムについて提案する。

2. “MIRACLE”システムの特長

筆者らは、服を購入する際に、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[2]。このシステム名の“MIRACLE”とは“virtual MIRror And Clothing Environment”の略であ

る。

“MIRACLE”システムにて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わなくてはならない。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〔3〕～〔11〕。具体的には人物を関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。しかし、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。

そこで、“MIRACLE”システムでは実際に一着だけ服を着ることによって(図2)、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。



図2 “MIRACLE”システムの概念

本システムでは、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。

さらに、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したシステムとなっている。

3. 陰影情報を付加した仮想試着

これまで筆者らが提案してきた“MIRACLE”システムでは、観測された形状情報をもとにその服の形状変化をみてきた。そのため仮想的に

試着する服の柄がゆがむように表示される場合には、正確な演算がなされているにも関わらず、平面的な印象を与えかねない処理となっていた。これは陰影情報が付与されていないことに起因している。

そこで本章では、カメラからの入力画像から、陰影情報を抽出し、その陰影情報を出力画像に反映することで仮想試着時における映像のリアルさの向上を実現する。

3.1. 従来のMIRACLEにおける仮想試着処理

これまでの“MIRACLE”システムでは、服の柄を利用する仮想試着アルゴリズムを用いていた。特に柄として図3に示したような柄を用いて、その柄の特徴となっている特徴点に対して、その元となった生地との点との対応をとることで、その特徴点で決定されるパッチがどのように変化しているかを認識していた。そして、仮想試着を行う服の生地ともとの服の生地との対応関係から、服の柄を変更する処理を行うことで仮想試着を実現してきた。(図4)

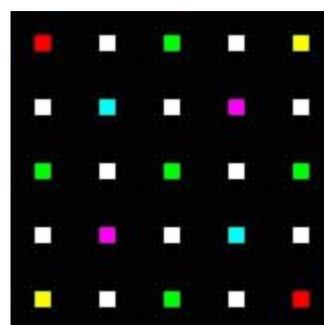


図3 形状認識用柄



図 4 従来の MIRACLE での仮想試着例

3.2. 陰影情報の抽出

本システムのこれまでのアルゴリズムでは、実際に試着をしている服とそのもととなった生地に対応をとることによって実現している。このため、基本的には服と生地に対応が完全になされているということになる。実際のその処理の際には、カメラで撮影した画像に対して、それぞれの色の幅に閾値を設け、補正を加えることで対応関係を求めている。

色の認識精度を落とすことで、特徴点抽出を効率的に行っている。しかし、補正を加えることにより、形状認識の効率化を図ることを可能にしたが、この補正に対する意味付けを行っていなかった。しかし、ここで補正している量は、ノイズなどではなく、意味を持っている量であると考えられる。

色の補正が必要な理由は、実際にカメラで試着の様子を撮影しているため、服を着ている際に起こる服の形状変化に起因した光が変化するためである。したがって、この光の変化というのは、その服を試着した際に観測されるその服の特徴量であり、仮に仮想試着をする服を実際に試着した際にも現れる特徴量である。また、同時にデジタル画像でしかない生地の柄を実際に生地という布にした場合の特徴量も同時に含んでいる。

そこで、この特徴量を陰影情報として扱い、従来のアルゴリズムにこの陰影情報も反映した

アルゴリズムに改良すると図 5 のようになり、処理の概要は、図 6 のようになる。ここでは陰影情報を輝度情報とし、試着する服の生地と実際に試着した画像の輝度の差分値が陰影情報としている。

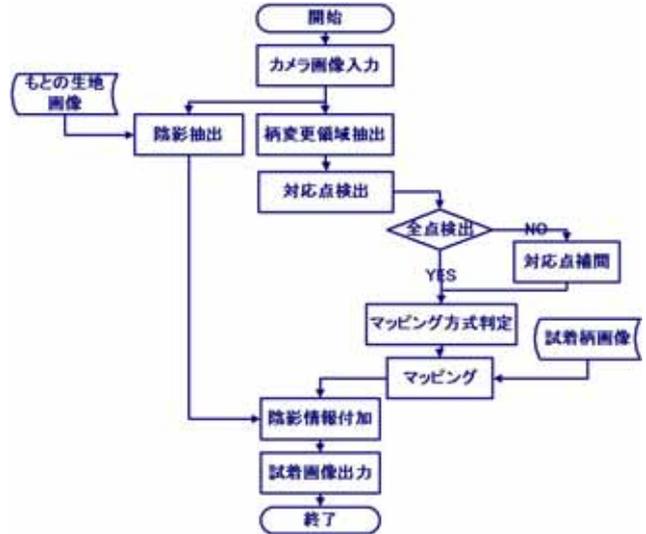


図 5 陰影情報を反映した仮想試着アルゴリズム

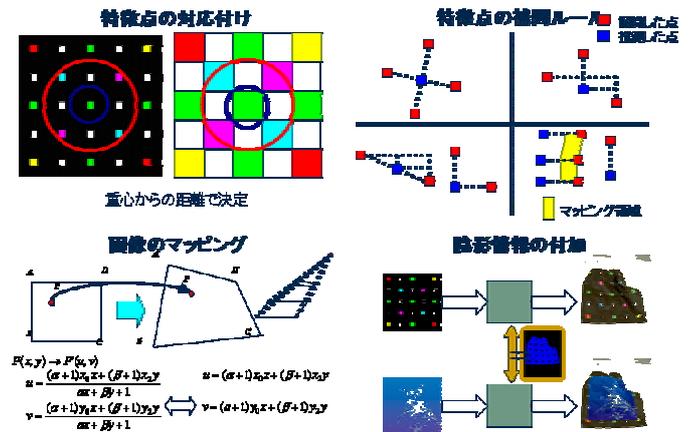


図 6 MIRACLE の処理の概要

ここでは、輝度の差分値を陰影情報とするとして、以下の 2 方式について考える。

- ・ 形状認識用の布の特徴点を利用する方式
- ・ 形状変化関数（マッピング関数）による各画素レベルでの対応関係を利用する方式

3.2.1. 特徴点レベルでの対応

形状認識用の布の特徴点を利用する方式では、特徴点の輝度の差分値を、もともとの生地描かれたその特徴点の輝度値と画像中のその特徴点の輝度値の差分値として求める。この差分値を仮想的に 3 次元的な要素として考えることで陰影情報として利用することとする。そのため、

特徴点の情報だけを利用した 3 次元的なマッピング関数を仮定することが可能となる。

しかし、特徴点が消えている際に、その特徴点の輝度を推測しなければならず、その推測精度に依存した結果になるため、精度の保障が非常に難しい。そこで、次のような画素レベルでの対応方式を考える。

3.2.2. 画素レベルでの対応

形状変化関数（マッピング関数）による各画素レベルでの対応関係を利用する方式では、特徴点を補間処理することで、仮想的に画像中の全ての画素が生地の画素のいずれかに対応することをマッピング関数に依存はしているものの保障している。そのため、各画素レベルで生地の状態から、入力画像の状態に変化した際における各画素の輝度の変化を対応付けすることが可能であり、正確な輝度の差分が陰影情報として抽出可能となる。

3.3. シミュレーション

3.2 で述べたアルゴリズムをもとにシミュレーション実験を行った。図 7 は途中経過を示した図であり、図 8 はシミュレーション結果を示した図である。また、陰影情報の有無にかかわる違いを比較した図を図 9、図 10 に示す。図 9 画像中央上の緑の点から右下の黄色の点にかけてのしわなどの表現が可能となっている。

これらの結果から、陰影情報を付加することで試着した画像に対して、より現実的に感じる画像として表現することが可能である。

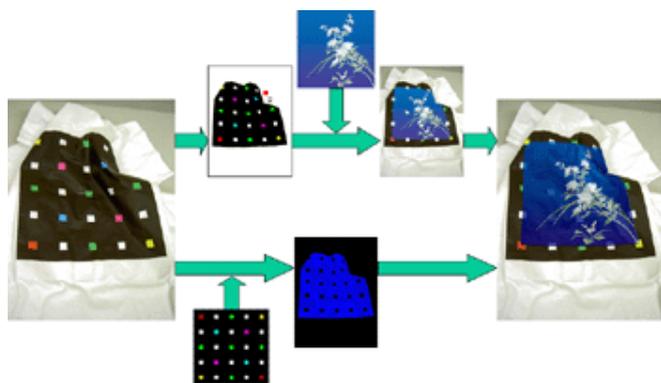


図 7 シミュレーション中の画像処理の流れ



図 8 陰影情報を付加したシミュレーション結果



図 9 陰影情報の付加に対する評価実験結果 1
(左：陰影なし、中央：原画像、右：陰影あり)



図 10 陰影情報の付加に対する評価実験結果 2
(左：陰影なし、中央：原画像、右：陰影あり)

また、マッピング結果の生地画像と同一の画像をマッピングした結果における、同一画像を色（RGB 値）の差異は表 1 となった。マッピング精度は、明らかに違う柄（色）を貼り付けた画素の割合であり、色の認識率は同じ柄を貼り付けたにもかかわらず、陰影情報の付加が適切に行われず、陰影が強かったり弱かったりした画素の割合を示した値である。

これにより、最終的なマッピング画像では、8

割以上の精度で正確に表現しているといえる。また、生地の色との対応が取れている画素については、カメラからの入力など根本的な色の認識精度の問題があり、そのため誤認率が高くなっているものと考えられる。

表 1 陰影付き画像の評価

	マッピング精度[%]	色の誤認率[%]
評価画像 1	94.38	10.14
評価画像 2	89.45	7.46



図 11 マッピング評価画像
(右：評価画像 1、左：評価画像 2)

4. まとめ

本稿では、試着した際の画像の臨場感を高めるために入力画像から得られる輝度の差分値を陰影情報として利用する仮想試着アルゴリズムを提案した。このアルゴリズムにより、従来の画像の貼付感を与える 2 次元的なマッピング画像を、より自然に見せることが可能となった。これにより、布が動いた際におこるしわを再現することが可能となることを示した。

今後は色の認識効率を高め、輝度の差分値についてさらなる物理的な意味を吟味したうえで、陰影情報を正確に表現する処理を検討し、システムに実装する予定である。

文 献

[1] 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.

[2] 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.

[3] H. Okabe, H. Imaoka, T. Tomiha and H. Niwaya, "Three Dimensional Apparel CAD System," Computer Graphics, pp.105-110, 1992.

[4] H. NIYAMA, "Evaluation Technology of Clothing Comfortable," J. of NIMC vol.7 no.5 pp.269-282, 1999.

[5] 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.

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

[7] 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.

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

[9] 今尾公二, 亀田能成, 美濃導彦, 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 (D-), vol.J82-D- , no.10 pp.1684-1692, 1999.

[10] 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.

[11] 花里高宏, 筒口拳, 古川貴雄, 曾根原登, 清水義雄, "双 3 次 Bezier パッチの適応的分割を用いた衣服形状生成," グラフィックスと CAD, pp.61-66, 1997.