

## ディジタルミラーシステムにおける一検討

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センター  
〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: taguchi@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

### あらまし

多くの人がファッショントを楽しみたいと思っているが、現状ではその手段が限られており、人々の要求を満たすものにはなっていない。また、自分自身に似合う服を得たいと思っている人も多いが、その要求も満たされてはいない。

なぜなら、現在ファッショントが多様化していく中で、色々なファッショントに関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事は不可能である。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ない。その理由として全ての服を試着している時間が長いなどが考えられる。さらに、オーダーメイドなどの場合、完成した服までもイメージして選ばなければならない。

そこで本稿では、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写るシステムを提案する。

キーワード ディジタルミラー、視線一致、リアルタイム性

## A Study on Digital-Mirror system

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

<sup>†</sup> Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo  
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 153-8904 Japan

E-mail: taguchi@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

### Abstract

Many people would like to enjoy fashions and to buy fashionable clothes. But actually they cannot.

With the variety of fashion, there are many choices. But we cannot get all information of fashion when we take it. In general, when we take clothes, we cannot try on all clothes in a shop. This is because most of us hate trying on many clothes, a service of shop assistant and wasteful time of changing other clothes. Also when we will order new clothes in order-made shop, we should image a production and ourselves who are trying it on.

In this paper, we propose Digital-Mirror system. This system is a kind of mirror and it enables to create images of trying on clothes we want without trying it on actually. Using this system, people can enjoy fashions more than current shopping.

Key words Digital-Mirror, eye-contact, real-time processing

## 1. はじめに

ファッションを楽しみたいという人たちはたくさんいるが、現在その人たちのニーズを満たしているとは言いがたい現状である。また、服を買う際にいろいろ試着してから、「自分に似合う服を買いたい」と思っている人も多いと思われる。しかし、実際に服を購入する場面になると、店員に付きまとわれたり、着替えるための時間がかかるなどして、いろいろ試着することができない。また、その場にある服のみしか試着して買うことができない。しかし、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。そのようなものをもとに購入する場合、実際の商品をイメージし、自分が試着した姿のイメージしなければならない。そのため、実際の感覚と離れてしまう。当然、その責任が購入者になるので、購入する服のパターンの幅が限られてしまう。今後ネットワーク環境の更なる普及とともに、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、バーチャルな鏡を実現し、ユーザがその鏡の前に立つとさまざまな洋服に仮想的に着替えられるシステムを提案する。このようなシステムの実現によって、着替える時間は必要無く、今まで以上にたくさんの服を試着できるようになる。

この結果、購入者側にとっては、

- ・短時間でより多くの服が試着できる
- ・店内に無い服が試着できる

などの利点がある。一方、販売者側にとっては、

- ・商品の在庫を減らせる
- ・サイズの間違ひをなくせる。

などの利点がある。

そのために、実際は試着したい服を着ていないのにその服を着ているというバーチャルな試着を行わなければならない。その分野としてバーチャル試着室に関する研究がある。バーチャル試着室に関する研究は、大きく二つに分けられる。一つは購買者側が商品を購入する際に補助的な役割を果たすシステムであり、もう一つは販売者側（生産者）が商品を作る際の補助的なシステム[1]である。本研究では購入者側の補助的な側のシステムを対象とする。

本稿と同様のバーチャルな試着を目的としたシステムはすでにいくつか存在するが、これらは一般に

画面上のCGモデルに着替えをさせるものであり、鏡の前で実際に試着している感覚を楽しめるものではない。

本稿で提案するバーチャルな鏡とは、

- ・自分自身と視線一致ができる
- ・自分が動きにあわせて鏡像が動く
- ・等身大である
- ・服を変えられる

などができるものである。このようなことを実現するためにバーチャルな鏡が必要であり、さらにリアルタイムで服を変えるためのリアルタイム画像処理が必要である。しかし、現状ではカメラの前で撮った画像を画像処理した上で、その画像をパソコンのディスプレイなどに表示をしているため、自分自身が鏡のように画像として映っているシステムではない。また、服を変えるための画像処理では、人体計測から人体モデルを作成したうえで、服のシミュレーションを行い、人物と服の衝突などの問題を処理したあとで画像を出力するため、その全てについてリアルタイムで処理できるような画像処理はできていない。

そこで本稿では、2章でバーチャルな試着のできる鏡として本研究で提案するデジタルミラーシステムの実現のための問題点をあげたうえで、デジタルミラーシステムの概略を述べる。3章でデジタルミラーシステムの鏡としての機能を実現するために必要な視線一致を実現する手法について述べる。4章で人体モデルを仮定しない服のモデル作成手法について述べる。

## 2. デジタルミラーシステムのシステム構成

本稿で提案するバーチャルな試着ができる鏡の概念図を図1に示す。そのために解決しなければならない問題点をあげ、実際に必要なシステムの概略を本章で述べる。

図1にデジタルミラーシステムの概念図を示す。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じを与えるシステムである。

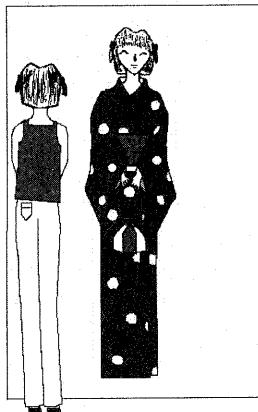


図 1 ディジタルミラーシステム概念図

### 2.1 既存技術の問題点

図 1 で示したディジタルミラー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と服を変えられる画像処理が必要である。

鏡のように画像を表示できるシステムでは、鏡に映った自分自身との視線一致が重要である。その視線一致が可能かつ実物大表示が可能なディスプレイは、いくつかの方式が提案されている[2][3]。その代表的な方式として、半透明なスクリーンを利用する方式とハーフミラーを用いる方式があり、ビデオ会議のシステムとして考えられている。これらはディスプレイ前方に大きな空間が必要となり相手の映像に近づけず、接近感についての問題、また、光の透過度についての問題がある。

服を変える画像処理では、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。

### 2.2 ディジタルミラーシステムの概略

そこで、ディジタルミラーシステムでは、図 2 のようにすることで、ディスプレイ越しにカメラがあるので、視線一致や接近感まで実現できるシステムとなる。ディスプレイの後方にカメラを置くので、カメラを意識しないでバーチャルな試着した映像を見ることが可能である。また、正面の画像だけを撮影するため、正面画像の情報のみを利用する 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。

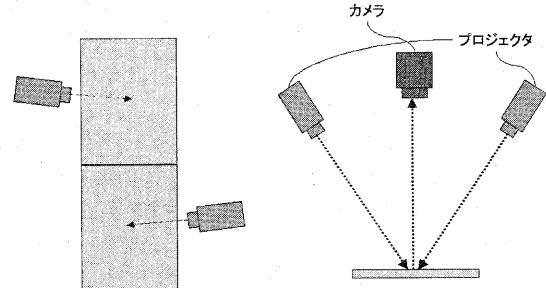


図 2 ディジタルミラーシステム

### 3. ミラー機能

対面と同等の臨場感ある環境に必要な要素としては、実物大表示と視線一致が挙げられる[4]。画角と視覚基準の誘導の関係を調べた報告によると、画角 80 度を越えると、画面内空間に観察者の空間が支配されるようになる。また、人物像の表示は、実物大程度まで単調に好ましさが増加するとされている[5]。よって、人物像は実物大表示で画面サイズは大きいものが望ましい。人物像が小さいと表情を充分に読み取ることが出来ず、また自分自身の姿との距離感が失われてしまうという問題点もある。そこで、実物大表示が可能なディスプレイが必要となる。

したがって、ミラー的な要素を備えたディスプレイとして表示するので、その際に要求されるものとして、以下のような点があげられる。

- ・実物大表示
- ・視線一致
- ・動きにあわせた表示

これらのことを実現できるものをディスプレイとして使用しなければならない。

そこで、そこで、本システムでは、グラスビジョンを用いる。そのグラスビジョンの原理について以下で説明する。

グラスビジョンは、ホログラムスクリーンと液晶プロジェクタにより構成されており、ホログラムスクリーンの裏側から液晶プロジェクタを用いて映像を投影することで、表側にいるユーザに対し透明なホログラムスクリーン上で映像を再生するものである。ホログラムスクリーンは、ホログラム技術を応用したものでフォトポリマーにレーザー光を照射し参照光と物体光との干渉による干渉縞を回折格子と

して形成したものである。この回折格子は特定方向（スクリーンの法線方向に対し角度 $\theta$ で入射）から再生光（プロジェクタ光）に作用し、再生光を前面へ拡散する働きをする。一方、背景光は通常のガラスのようにホログラムスクリーンを透過する。

したがって、このグラスビジョンでは、カメラでは表側にいるユーザの正面映像をガラス越しに撮影することができ、逆にユーザからは液晶プロジェクタから投射されるユーザ自身の映像を見ることができる。これによって、ディスプレイに写った自分の映像との視線一致や等身大（実物大）表示を行えるシステムを実現できる。その様子を図3に示す。



図3 デジタルミラーの風景

#### 4. バーチャル試着機能

デジタルミラーにおけるバーチャル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を行ってきた。しかし、これらの研究は1章で分類した生産者側の立場にたつものであり、本稿で提案しているデジタルミラー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、デジタルミラーシステムの求めているものを明確にし、デジタルミラー実現の具体的な方法について述べる。

##### 4.1 使用する服

服を試着するシステムとして、デジタルミラーを考えてきた。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デジタルミラーとして考える。

着物は、

- ・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。

等の理由からである。

また従来は

- ・正確な人体計測
- ・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4にそのシステムの概念図を示す。

また今回は実際に試着することで、一般的バーチャル試着室では体験できない要素である着心地などを体験できる。

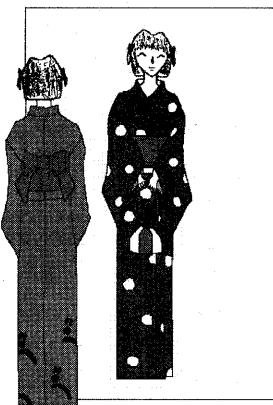
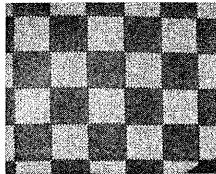
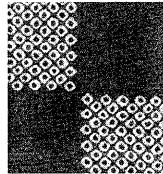


図4 デジタルミラーシステム

今回は、実際に試着する着物の柄として、小紋の柄の着物とした。使用した着物の柄を図5に示す。この柄の色合いは、黒をベースとしたうえに白い丸が重なっているような柄である。また白い丸のなかは穴があいており、白いドーナツ状の柄である（図5(b)）。



(a)全体像



(b)拡大像

図 5 試着する着物の柄

#### 4.2 着物のモデル

従来は人物を関数や剛体などでモデル化[6]～[12]したうえで、布をバネモデルなどでシミュレーション[13]～[17]を行っていたが、本稿で提案するデジタルミラーシステムでは 4.1 で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。

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と、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。

#### 4.3 試着シミュレーションの流れ

デジタルミラーシステムにおける試着シミュレーションは、実際にきているものと違う着物の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ところがほとんどのため、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ぬ。

つまり、実際に撮影した画像から着物の部分を抜き出し、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バーチャルな試着を実現する。

そこで、バーチャルな試着は以下のようないくつかの処理の流れになる。

- (1) 画像から着物の部分の画像を取り出す。
- (2) 人物が着ている着物について人物が着ている状態と人物が着ていない状態の位置のマッチングをとる。

- (3) 人物が着ている着物の着ていない状況の画像とその着物を作成した反物との位置のマッチングを行う。
- (4) 試着している着物の反物とこれから試着する着物の位置を対応付ける。
- (5) これから試着する反物から人物がきていないバーチャルな着物を作成する。
- (6) (5)で作成したバーチャルな着物を人物が着ている状態にマッピングを行う。
- (7) (6)で作成した画像と人物や背景の合成を行い、画像を出力する。

以上のような処理の流れの中で、実際に完全にリアルタイムで処理を行わなければならない部分と事前に処理を行うことで計算量が減少する部分がある。ここでは、(3)～(5)の部分は完成した反物である限り事前に処理が可能であるので、事前処理ということにする。

##### 4.3.1 着物抽出処理

従来の研究では人物の計測を行っていたため、背景と人物を分離しさえすればよかった。しかし、本システムでは、背景と人物と着物を分離しなければならない。また、今回使用した着物の柄は黒がベースとなっているため、髪と着物を分離するためにクロマキーの範囲を制限し、着物の構成要素である黒と白をキーとしてクロマキー処理を行った。ただし、一般的のクロマキー処理ではキーとした部分を抜いているが、クロマキーのキーとした部分を残すようなクロマキー処理を行っている。したがって、人物には依存しないクロマキー処理を行っている。

その結果を図 6 に示す。図 6 において黒い部分が着物で無い領域で白い部分が着物の領域である。

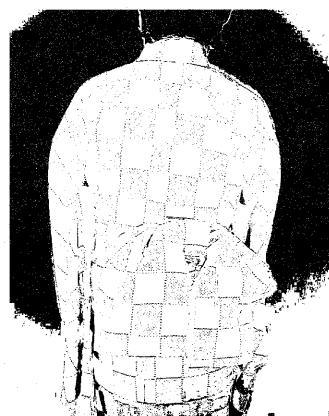


図 6 クロマキー処理の結果

### 4.3.2 着物の模様の領域抽出

クロマキー処理を行うことで、バーチャルな試着のためのシミュレーションについて必要な着物部分の領域の情報を得られた。しかし、クロマキー処理で得られた領域は着物の輪郭の情報を得ることは可能であるが、この情報のみでシミュレーションを行うと正確なマッピングを行うことは難しい。また、正確なマッピングを行うためには、着物部分の領域の分割を行わなければならない。そこで、着物の柄を利用する。図5で示した着物の柄を白い丸のある白領域と黒のみの黒領域とし、着物の柄が2つの領域の要素で構成されているとする。そこで、それぞれの領域を明確に分けるために領域抽出処理を行う。

領域抽出フィルタとしてラプラシアンを用いたのもを利用した。領域抽出フィルタの近傍領域を $3 \times 3$ とした。また、そのときのオペレータは

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

としている。その結果を図7に示す。このように着物の画像を2つの領域に分割できる。

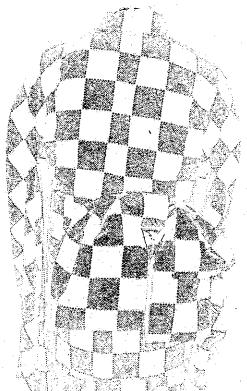


図7 領域抽出結果

## 5.まとめと今後の課題

本稿では、実際に試着をしないで仮想的に試着できるデジタルミラーシステムを提案した。本システムは、実際に本物の鏡の前に立っている感覚を得られるようにするためにカメラをディスプレイの裏に設置することで実現した。また試着のシミュレーションは、従来のシミュレーションの精度重視システ

ムとは違い、リアルタイム性を重視したシステムとしており、そのリアルタイム性の実現のための着物のモデル化について述べた。

今後の課題は、領域抽出を行った画像に対するマッチング処理について検討をし、実装を行うことである。

## 文 献

- [1] H. Okabe, H. Imaoka, T. Tomiha and H.Niwaya, "Three Dimensional Apparel CAD System," Computer Graphics, pp.105-110, 1992
- [2] 岡田, 松下, "臨場感のある多地点テレビ会議システム: MAJIC", 情報処理学会論文誌, 1995年3月, Vol. 36, No.3, pp.775-783
- [3] Ishii, H. and Kobayashi, M., "ClearBoard: A Seamless Media for Shared Drawing and Conversation with Eye-Contact," Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.525-532, 1992
- [4] 安田, 青木, クスタルト, 坂本, 鈴木, 佐分, "文殊の知恵システム: 意志決定可能な視線一致型テレビ会議システム", 情処研報 98-AVM-23, 1998
- [5] 鎌沢, "特集: テレビ電話・テレコンファレンス 5. 共通要素技術 5.1 ヒューマンファクタ", テレビジョン学会誌 Vol.42, No.11, pp.1193-1198
- [6] 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
- [7] 堀江美子, "人体の3次元形状解析と被服設計," 計測と制御, 第36巻, 第2号, pp.84-88, 1997
- [8] 黒川隆夫, "人体形状の計測・記述とその応用," 計測と制御, 第36巻, 第2号, pp.77-83, 1997
- [9] K.S. Park and N.S. Lee, "A Three-dimensional Fourier Descriptor for Human Body Representation/Reconstruction from Serial Cross Sections," Comp. and Biomed. Res., 125-140, 1986
- [10] 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形体を反映する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-II), volJ82-D-II, no.10 pp.1684-1692, 1999
- [11] 今岡春樹, "アパレルにおけるメタボール人体モデル," 計測と制御, 第36巻, 第2号, pp.89-94, 1997
- [12] 星野准一, 斎藤啓史, "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," 情処論, Vol.42, No.5, pp.1182-1193, 2001
- [13] D. Baraff and A. Witkin, "Large Steps in Cloth Simulation," Computer Graphics, SIGGRAPH 95 Conf. Proc., pp.43-54, 1998
- [14] 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
- [15] 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
- [16] 花里高宏, 筒口拳, 吉川貴雄, 曽根原登, 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
- [17] M. Meissner and B. Eberhardt, "The Art of Knitted Fabrics, Realistic & Physically Based Modeling Of Knitted Patterns," EUROGRAPHICS '98, Vol.17, No.3, 1998