

身体寸法に基づいた形状最適化によるCG着物モデルの生成

加賀谷 夏輝[†] 森 博志[‡] 石川 智治[‡] 佐々木 和也[‡] 阿山 みよし[‡] 外山 史[‡]

宇都宮大学大学院工学研究科[†] 宇都宮大学[‡]

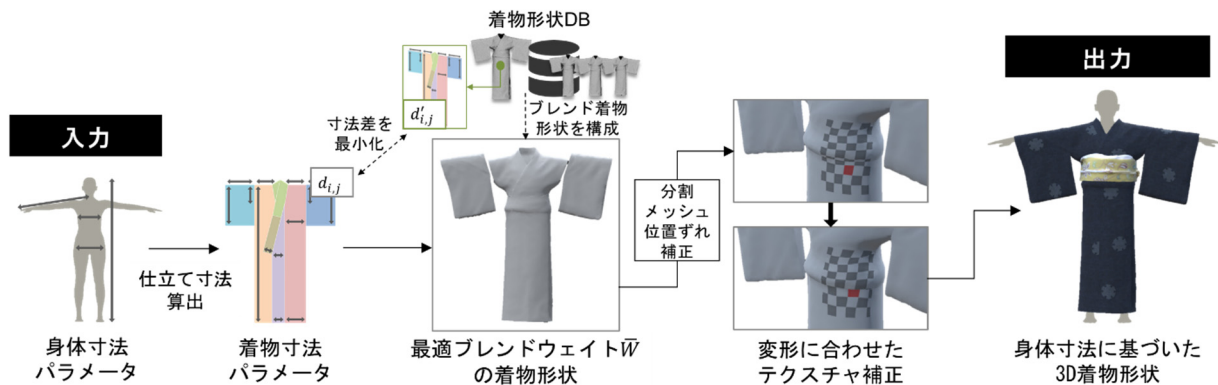


図1 提案手法の概要

1 はじめに

近年、アパレル商品を扱う店舗で実際に衣服を試着しているような体験が可能なバーチャル試着システムが注目されてきている。バーチャル試着において実際に衣服を着用しているような体験を得るためには、自身の体型特徴に合致した衣服形状の表現が求められる。

我々は日本の伝統的な衣服である着物のCG表現の応用システムとしてバーチャル試着システム[1]を開発してきた。着物の特徴として着用者の身体寸法を基に仕立て寸法を割り出し、その寸法に従って反物を裁断し縫い合わせることで仕立てられる。また、体型に合わせて微調整しながら着用する。これにより、着物の重要な一要素である柄模様の表出は、仕立ての際の寸法や着方によって異なってくる。

体型に合ったCG衣服の構成手法として、カメラ画像と深度画像を用いた衣服画像の重ね合わせ手法[2]やCG人物体型モデルに合った衣服モデルを着装させる手法[3]が提案されている。しかし、着物特有の仕立てや着方の制約から体型に合ったCG着物の表現は難しく、洋服のような制約の少ない衣服形状を主とする従来手法をそのまま適用するのは難しい。

そこで本研究ではユーザの体型に合ったCG着物モデルの構成手法を提案する(図1)。着用者の身体寸法から着物の仕立て寸法を算出し、仕立て寸法に

基づいた形状最適化処理によりCG着物形状を構成する。また、形状構成後の仕立て寸法に基づいたテクスチャ補正により、仕立てや着方の違いによる柄模様の表出の変化を再現する。

2 身体寸法から仕立て寸法の算出

着物は標準寸法と呼ばれる寸法を基に、1枚の反物から8つのパーツとその縫い代の幅や長さなどを調整し、裁断、縫い合わせることで着用者の体型に合わせて仕立てる。本手法では、標準寸法を基にした着物寸法の算出式により、任意の身体寸法パラメータから着物の仕立て寸法パラメータを得る。

3 仕立て寸法に基づくCG着物モデルの生成

本稿では、複数の身体寸法に合わせて実際に製作・着付けられた着物の3Dスキャンデータから得たメッシュデータをターゲットシェイプとし、ブレンドシェイプ手法を用いて着物形状を構成する。

算出した仕立て寸法とブレンドシェイプにより構成された着物形状の寸法との差が最小となるブレンドウェイト \bar{W} を最適化処理で求めることで、仕立て寸法と合致する着物形状を構成する。着物形状の各寸法は該当部位のメッシュ上の辺の長さの総和から算出する。ブレンドウェイト \bar{W} の最適化計算は次式で表される。

$$\text{minimize} \sum_{i=1}^{|\mathcal{K}_c|} \sum_{j=1}^{|E_i|} \lambda_{i,j} (d_{i,j} - d'_{i,j}(\bar{W}))^2 \quad (1)$$

ここで、身体寸法から影響を受ける着物寸法の偏りを考慮して着物メッシュを複数のメッシュに分割する。 \mathcal{K}_c は着物形状の分割メッシュ数、 E_n は各分割メッシュの持つ寸法の数、 $\lambda_{i,j}$ は各メッシュの各寸法に対する荷重係数、 $d_{i,j}$ と $d'_{i,j}$ はそれぞれ算出した各仕立て寸法と着物形状の各寸法である。分割

Generating Fitted Kimono CG Model by Shape Optimization from Body Measurements

Kagaya Natsuki[†] Mori Hiroshi[‡] Ishikawa Tomoharu[‡] Sasaki Kazuya[‡] Ayama Miyoshi[‡] Toyama Fubito[‡]

[†] Graduate School of Engineering, Utsunomiya University

[‡] Utsunomiya University

メッシュ毎の形状最適化後、3次元空間上での各パーツの位置のずれを補正する。

4 形状変形に合わせたテクスチャ補正

着物形状の変形に合わせたテクスチャ補正により、変形後の形状に合った柄模様の見え方を再現する。

まず、メッシュ上の寸法情報となる辺集合の各要素 \vec{e}_i について、 \vec{e}_i の各頂点 e_j のUV座標 p_j を、 \vec{e}_i の中心 e_m から形状変形前と変形後の3次元空間上の距離の変化に応じて新しいUV座標 p'_j を得る。次に、 e_j と辺を共有する未移動の頂点 e_{jk} について、頂点 e_{jk} 周辺の \vec{e}_i に含まれる頂点と移動済みの頂点 e_a を同様に取得し、 e_{jk} のUV座標 p_{jk} を補正する。この時、エネルギー関数を設定し、式(2)の評価関数により座標を最適化処理によって求める。

$$\min_{p'_{jk}}(\omega_s E_s + \omega_r E_r + \omega_m E_m) \quad (2)$$

ここで、 E_s は e_{jk} と e_a の三次元空間上の距離変化、 E_r はUV座標上での回転、 E_m は近傍点方向への移動に関するエネルギー関数で、 ω_s 、 ω_r 、 ω_m は各エネルギー関数の荷重係数である。 e_a の全頂点について移動させ、 e_a の周りの頂点も同様に移動させてゆき、分割メッシュ毎に全頂点を補正する。

5 実験

女性ものの着物を対象として実験を行った。事前準備として複数の身体寸法を再現したマネキンに、仕立て寸法の異なる着物を装着して得た着物のスキャンデータから初期シェイプ(図2(c))と10個のターゲットシェイプを用意した。

ここで、図2(b)の身体寸法を入力として、提案手法によって構成された着物形状を図2(d)に示す。身体寸法に対応してベースメッシュよりも着丈が低く、またヒップとバストの寸法に対応して腰の部分の形状が変形した生成結果が確認できる。表1の目標寸法と出力メッシュの各寸法の相対誤差から、着丈や前幅がほぼ目標寸法と合致していることが確認できる。また、初期メッシュよりも出力メッシュの平均相対誤差が減少していることから、相対的に目標寸法に近い着物形状が生成できたことが確認できる。

次に、形状変形後のテクスチャ補正の適用前後の見た目の変化を図3(a)に示す。着丈の寸法が小さくなっていることから、補正前は特に腰の箇所の矩形が縦に縮んでいるが、補正処理によって歪みが改善されていることが確認できる。図3(b)は反物テクスチャを適用した結果である。補正後は柄模様のサイズと縦横比が補正され、実際の着用時に着丈を短く調整する「おはしより」による柄の見え方が変化する様子が再現できていることが確認できる。

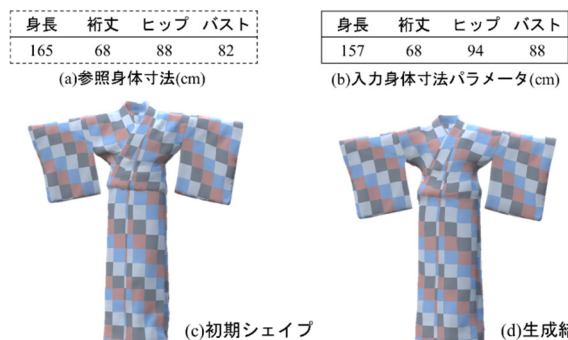


図2 初期シェイプと提案手法による生成結果
($\omega_s = 2.8$, $\omega_r = 1$, $\omega_m = 0.5$)

表1 最適寸法と生成結果の各寸法の相対誤差(%)

右袖丈	右袖幅	右袖付	右袖口	左袖丈	左袖幅	左袖付	左袖口	着丈	
3.04	0.29	0.00	6.51	0.22	1.41	4.06	5.49	0.14	
肩幅	前幅	後幅	抱幅	衿下	衿幅	衿幅	合襟幅	Ave	初期Ave
9.15	0.54	3.86	8.28	1.86	9.54	2.20	3.08	3.50	6.46

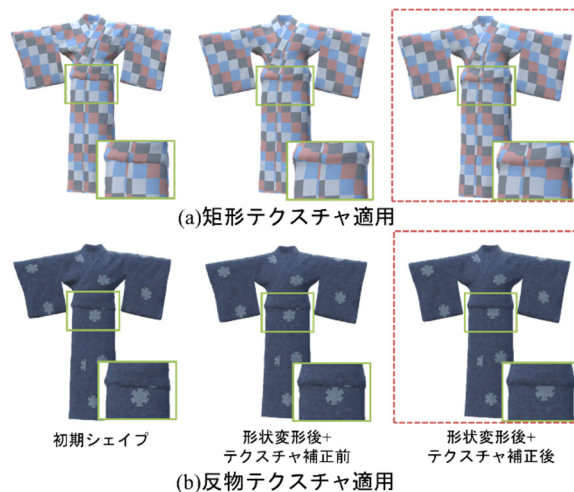


図3 テクスチャ補正処理によるテクスチャの変化

6 まとめ

着用者の身体寸法に基づいた形状最適化によるCG着物モデルの生成手法を提案した。実験結果から、任意の身体寸法から算出された着物の仕立て寸法より、その寸法に合致した着物形状を生成できることが確認できた。今後の課題として、バーチャル試着を対象とした形状の精度の検証と処理の高速化の検討が挙げられる。

7 参考文献

[1]Natsuki Kagaya, Hiroshi Mori, Tomoharu Ishikawa, Kazuya Sasaki, Miyoshi Ayama, Kenji Shoji and Fubito Toyama, "Simulating kimono fabrication based on the production process of Yukitsumugi", SIGGRAPH Asia 2018 Posters, Article No. 63, 2018
 [2]杉田 馨, 関根 真弘, 西山 正志, "人物シルエットへの時空間位置合わせによる衣服画像の合成", 電子情報通信学会論文誌D, Vol.J97-D No.9, pp.1519-1527, 2014.
 [3]Yuwei Meng, Charlie C.L. and Wang, Xiaogang Jin, "Flexible Shape Control for Automatic Resizing of Apparel Products", Computer-Aided Design, Volume 44 Issue 1, Pages 68-76, 2012