

着物のバーチャル試着表現のためのユーザ姿勢補正

小島巧夢^{†1} 葛生敦哉^{†2} 森博志^{†3} 外山史^{†4}

[†]宇都宮大学

1. はじめに

ユーザのライブカメラ映像に、ユーザの姿勢に基づいて変形するCG衣服を重畳表示することで、あたかも鏡に映った着姿を確認するかのように衣服着用時の自分の映像を確認することができるバーチャル試着サービスが普及しつつある。

バーチャル試着の対象の衣服として、日本の伝統的な衣装である着物を対象とした取り組みがある[1]。着物の着用には知識と技術を要するため、気軽に試着体験が可能なバーチャル試着について、その有用性が示唆されている。

着物は、伸縮性の少ない独特の張りのある生地で作られており、着用時には腰部分を帯で締めて固定する。そのため、腰より下の箇所は筒状の布に包まれることにより足の可動域が制限され拘束感を伴う。一方、着物のバーチャル試着のユーザは実際に着物を着用していないため、着用時の姿勢の拘束を受けることなく、自由度の高い姿勢を取ることができる。そのため、着物着用時に取りえない姿勢をユーザがとった際に、その姿勢に対応したCG着物形状が再現できず、姿勢とCG衣服形状との整合性を保持することが難しい。

そこで本稿では着物の拘束性に基づいたユーザ姿勢補正手法を提案する。本手法では、ユーザの実際の姿勢変化と映像中の姿勢変化との連動性を損なわずに映像中のユーザの姿勢を適切な姿勢に補正する。そのため、実際に着用しているような姿勢とCG着物の形状の整合性が保持された着用映像を確認することができ、ユーザは着物の拘束性について視覚フィードバックを得ることが可能になることが期待できる。

2. 提案手法の概要

提案手法の概要を図1に示す。事前に、着物のクロスシミュレーションに基づいて、姿勢変化に伴って着物形状が破綻しない姿勢を規定する着物着用時の姿勢制約領域Eを取得する。姿勢制約領域Eは、本手法で対象とする下半身においては両膝及び両足首が取り得る平面上の相対距離の情報を含んだ領域である。加えて、膝及び足首部分におけるCG着物の断面形状を近似した平面情報を含んだ領域、着物制約領域Kを取得する。

実行時処理では、まず、入力であるユーザ姿勢の情報Qをユーザの姿勢情報Q及び姿勢制約領域Eから算出される着物制約領域Kに基づいて、姿勢変化の連動性を損なわないように補正する。続いて、補正後のユーザ姿勢に基づいて着物の形状変形シミュレーションを行い、ユーザの映像に補正後の姿勢及びCG着物を重畳表示することで、ユーザ姿勢とCG着物形状の整合性がとれたバーチャル試着映像を得る。

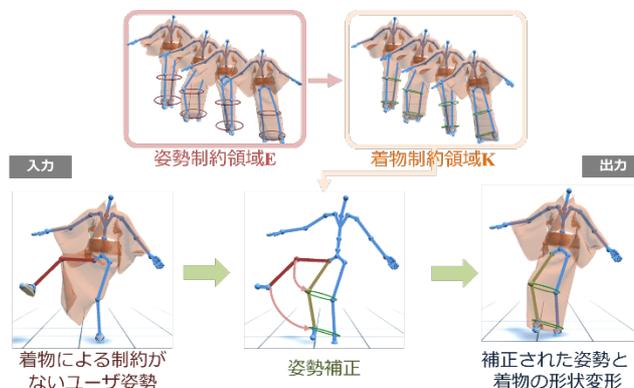


図1 提案手法の概要

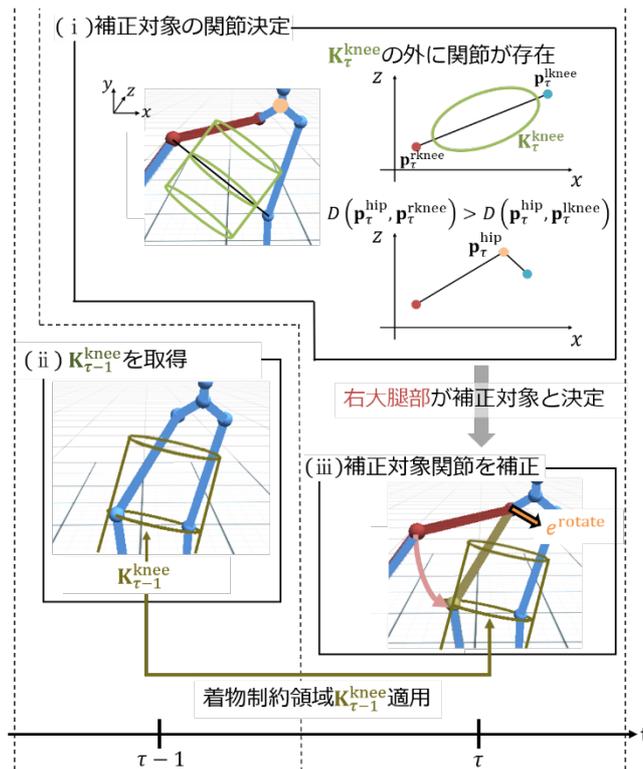


図2 フレームτにおける右膝の姿勢補正

3. 姿勢の補正処理

3.1. 制約領域の記録と参照

本稿では着物の下半身の形状変形を適切に保つための姿勢補正を対象とするため、姿勢補正の対象部位を大腿部と下腿部とした。姿勢制約領域Eは様々な姿勢変化に伴うクロスシミュレーションにより、対象の衣服部が破綻しない両関節の相対距離として角度に対応し記録する。着物制約領域Kの初期形状はCG着物の対象関節付近におけるせん断面の初期形状を基に記録する。

次節の姿勢補正処理におけるユーザ姿勢からの着物制約領域Kの参照は、大腿部を例にすると、

User Posture Correction for Virtual Try-on of Kimono Expression

Takumu Ojima¹, Atsuya Kuzu², Hiroshi Mori³, Fubito Toyama⁴

[†]Utsunomiya University

- ① 大腿部の末端である両膝関節位置 $\mathbf{p}^{\text{rknee}}$, $\mathbf{p}^{\text{lknee}}$ の中点を \mathbf{K}^{knee} のせん断面である楕円の中心座標とする.
- ② $\mathbf{p}^{\text{rknee}}$, $\mathbf{p}^{\text{lknee}}$ から算出される関節間の角度 θ^{knee} を用いて \mathbf{K} のせん断面である楕円の長軸と $\mathbf{p}^{\text{rknee}}$, $\mathbf{p}^{\text{lknee}}$ を結んだ線分が重なるように \mathbf{K}^{knee} を回転する.
- ③ \mathbf{K}^{knee} のせん断面である楕円の長軸の長さを姿勢制約領域 \mathbf{E}^{knee} から算出される衣服部が破綻しない両関節の相対距離とする.
- ④ \mathbf{K}^{knee} のせん断面である楕円の面積が一定となるように短軸の長さを算出する.

以上の処理により、実行時における両膝関節の位置に基づいた、着物制約領域 \mathbf{K}^{knee} を参照する. \mathbf{K} は、左右の対象部位の末端関節位置を平面に含む楕円をせん断面に持ち、対象関節付近の CG 着物形状を近似した楕円柱となる.

3.2. 対象部位の姿勢補正処理

大腿部を例とすると、フレーム τ における姿勢補正処理は次の通りである (図 2).

- (i) フレーム τ における姿勢 $\mathbf{Q}(\tau)$ の両膝関節の位置から 3.1 節の処理に基づき、着物制約領域 $\mathbf{K}_\tau^{\text{knee}}$ を得る. $\mathbf{K}_\tau^{\text{knee}}$ の楕円を円周に含む鉛直円筒外に膝関節が存在する場合、且つ股関節と右膝関節の平面における距離 $D(\mathbf{p}_\tau^{\text{hip}}, \mathbf{p}_\tau^{\text{rknee}})$, 股関節と左膝関節の距離 $D(\mathbf{p}_\tau^{\text{hip}}, \mathbf{p}_\tau^{\text{lknee}})$ において距離が大きい方の膝関節を補正対象とする. 存在しない場合、以下の補正処理は行わない.
- (ii) 前フレームの姿勢 $\mathbf{Q}(\tau-1)$ の対象部位 (大腿部) の末端関節 (膝) 位置より、3.1 節の処理に基づいて着物制約領域 $\mathbf{K}_{\tau-1}^{\text{knee}}$ を得る. 着物制約領域 $\mathbf{K}_{\tau-1}^{\text{knee}}$ に基づいて補正対象部位である大腿部の始点の回転軸 $\mathbf{e}^{\text{rotate}}$ を算出する. そして $\mathbf{K}_{\tau-1}^{\text{knee}}$ で規定される楕円の円周を円筒面上に含む鉛直円筒内に対象関節である右膝関節が収まるように $\mathbf{e}^{\text{rotate}}$ を回転軸とし右大腿部を回転する.
- (iv) 以降、(i), (ii), (iii) を毎フレーム繰り返す.

以上の処理により、補正対象である右大腿部を、着物制約領域内に補正する. 前フレームにおける着物制約領域に基づいて補正を行うことで、姿勢の連続性を保持した姿勢補正が可能である.

4. 実験

4.1. 実験概要

実際の着物着用時には取り得ない足を高く上げる動作を対象に、提案手法による姿勢補正処理を確認する. 着物の CG モデルにはクロスシミュレーションを適用し、左右の大腿部と脛部との衝突により着物形状が変形する.

4.2. 実験結果

右足を横に大きく広げた姿勢における提案手法による姿勢の補正処理結果を図 4, 右足を前方向に高く上げた姿勢における補正処理結果を図 5 に示す.

図 4 及び図 5 の補正前の姿勢では実際の着物着用時に取りえない姿勢であるため CG 着物から右足が突き抜けてしまい姿勢と CG 着物との整合性が保持されていない. 一方、補正後の姿勢では、着物制約領域内に補正対象の部位が補正されている. そして、身体部位との衝突により CG 着物形状の変形が行われているため、姿勢と CG 着物の整合性が保持された着用映像を確認できる.

また、本手法を実装した着物バーチャル試着システムの実証実験の様子を図 6 に示す. 実証実験におけるアンケートの結果、姿勢補正があるバーチャル試着システムでは従来のバーチャル試着システムよりも着物の着装感が向上する傾向が得られた.

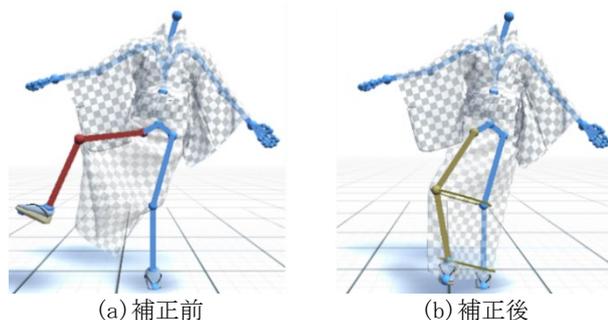


図 4 姿勢補正及び着物形状の変形結果 (正面)

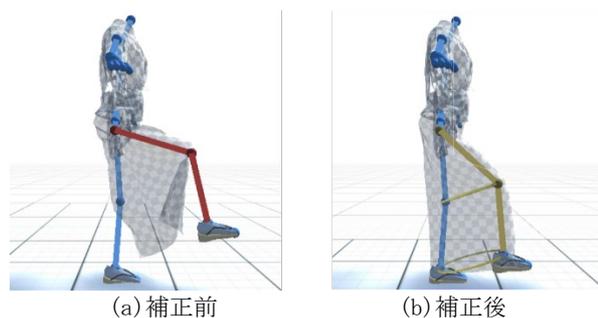


図 5 姿勢補正及び着物形状の変形結果 (側面)



図 6 着物バーチャル試着の実証実験

5. おわりに

本稿では、着物着用時の姿勢の拘束性に基づいたユーザ姿勢補正手法を提案した. 実行結果より適切な姿勢に補正したことで姿勢と CG 着物の形状の整合性が保持された着用映像を確認することができた.

今後の課題として、本手法を導入した着物バーチャル試着システムにおける、バーチャル試着時のユーザ評価を行うことが挙げられる. 試着しているという体験を得られているか、着物の拘束性について視覚フィードバックを得ることが出来ているか等の評価を行う.

参考文献

- [1] Natsuki Kagaya et al, "Simulating kimono fabrication based on the production process of Yuki-tsumugi", SIGGRAPH Asia 2018 Posters, Article No.63, 2018.

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(18H03458)の助成を受けたものである.