

ベクトルを正規化したスケルトンによる モルフォロジカルシュリンクラップ

Morphological shrink wrap by normalized skeletons

○三上 昌也(岩手大学), 齋藤 雅樹(岩手大学), ルウ シン(岩手大学), 張 振(岩手大学),
萩原 義裕(岩手大学), アデルジャン イミティ(秋田公立美術大学)

○Masaya Mikami(Iwate University), Masaki Saito(Iwate University), Xin Lu(Iwate University),
Zhen Zhang(Iwate University), Yoshihiro Hagihara(Iwate University),
Adiljan Yimit(Akita University of Art)

キーワード: CG, モデリング (Modeling), モーフィング (Morphing), モルフォロジカルフィルタ
(Morphological filter), シュリンクラップ (Shrink wrap)

連絡先: 020 - 8551 岩手県盛岡市上田 4 丁目 3-5 岩手大学理工学部 三上 昌也
E-Mail: mmikami@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

シュリンクラップは, モデルに着用させる衣類の設計などによく用いられ, 多くの 3 次元グラフィックスソフトウェアに搭載されている処理である[1,2]. この手法の原理は, 人物モデルなど貼り付ける先のターゲットモデルに向かって, 貼り付けたいソースモデルを縮退させるというものである. 人物モデルをターゲットとして衣類のモデルをソースとした場合, T シャツのように密着した形状を得ることができるし, ターゲットの一部に密着した時点で縮退を止めれば, コートやドレスのようにゆったりしたソースモデルの形状をターゲットモデルにフィットさせるような効果も得られる.

シュリンクラップには様々な手法があり, 目的に応じて使い分ける. 我々は, マセマティカルモフォロジーによって得られるスケルトンを利用することにより, 複雑な形状の物体に適したシュリンクラップ手法を提案し, そのシュリンクラップに適したスケルトン生成アルゴリズムを示した[3,4].

ボーン的位置合わせを行い, モルフォロジカルスケルトンへの縮退を行うことによりモデルの体形などのばらつきを抑えることができ, 広い範囲に活用できるが, この手法はモデルの姿勢が大きく異なる場合には適切なシュリンクができないという問題があった. そこでソースモデルの

ボーン方向と長さをターゲットモデルに合わせるによりこの欠点を補う手法を提案する. 本論文では, この手法について説明し, 2つのモデルを用いた実験を通して提案手法の有用性を示す.

2. スケルトン利用のシュリンクラップ

モルフォロジカルスケルトンを用いたシュリンクラップは以下の手順からなる[3,4].

- (1) ソースモデルのポリゴンのボクセル化
 - (a) ボリュームデータ内のすべての位置に対し, そのインデックスを要素とするベクトルについてスケールファクタとオフセットを用いてワールド空間上の位置を求める.
 - (b) ポリゴンを構成する平面と位置の距離と平面上への射影位置を求める.
 - (c) その結果がポリゴンの内側にあるか調べる.
 - (d) ポリゴンの各頂点からのベクトルと各頂点から次の頂点までのベクトルの外積を求め, これと平面の法線ベクトルとの内積の符号が, すべて負であるとき, ポリゴンの内側にあると判定する.
 - (e) 距離がしきい値以下かつポリゴンの内側にあるときボクセル値を 0 とする.

(2) スケルトンとスケルトン関数算出

ごく小さな、原点を中心とした球体構造要素 B を考え、半径 n の球体構造要素を nB とする。 nB は最小球体 B を n 回ミンコフスキー和で処理したもの ($n=0$ のときは原点のみからなる構造要素) である。いま、 n が与えられたとき、 nB を内包するボクセルの集合 (= 中心が存在する範囲、スケルトンの候補) は、縮退 (Erosion) によって求められる。さらにこれをオープニング (収縮-膨張 Opening) したものは、球体がボリュームデータの縁に接しない内部に存在するか、または1点でしか接しないような平滑な辺を構成する要素である。したがって、入力画像 I において、接点が2つ以上存在するような位置の集合は両者の差で求められる。この処理をあらゆる n に対しても行い、求められた結果をそれぞれ n 倍して加算すればスケルトン関数が得られる。実際の処理は、 B による縮退を n 回繰り返して行うことにより実用的な速度で行うことができる。

(3) ソースモデルの頂点とスケルトンの対応点探索

ソースモデルのポリゴンの頂点から最も近いスケルトンを求める。求められたスケルトンが対応点である。

(4) ソースモデルの頂点の移動とターゲットモデルへの密着

ソースモデルのポリゴンの頂点から対応するスケルトンへのベクトルと、ターゲットモデルのポリゴンの交点を求める。求められた交点の位置が密着点であり、そこまでの経路上が縮退可能範囲である。

3. ベクトルの正規化

i 番目のボーン先端である子ボーンまでのベクトルを合わせる。ソースモデルの子ボーン B_j 、ターゲットモデルの子ボーン T_j を用いてソースモデルのスキンの頂点位置 p を動かす。移動後の頂点位置 p' は次式で表される。

$$p' = p + (p - T_i) \frac{T_j - T_i}{B_j - B_i}$$

4. 実験

4.1 実験に用いたデータ

実験に用いた2種類のソースモデルとボーンを図1および図2に示す。丸印がボーン位置、くさび状に表示されているのがボーンから子ボーンへのベクトルである。図3に実験に用いたターゲットモデルを示す。ソースモデルとターゲットモデルは腕の姿勢が異なる。

4.2 実験結果

ソースモデル A に対して、従来手法を適用した結果を図4に、提案手法を適用した結果を図5に示す。ソースモデル B に対して、従来手法を適用した結果を図6に、提案手法を適用した結果を図7に示す。

ソースモデルとターゲットモデルは腕の姿勢が異なるため、従来手法では良好な結果にならず、ひじ関節付近で段差状のひずみが生じている。提案手法では適切なフィッティングに成功していることが確認できる。

5. おわりに

シュリンクラップは、モデルに着用させる衣類の設計などによく用いられ、多くの3次元グラフィックスソフトウェアに搭載されている処理である。ボーン的位置合わせを行い、モルフォロジカルスケルトンへの縮退を行うことによりモデルの体形などのばらつきを抑えることができ、広い範囲に活用できるが、この手法はモデルの姿勢が大きく異なる場合には適切なシュリンクができないという問題があった。本論文では、ソースモデルのボーン方向と長さをターゲットモデルに合わせることによりこの欠点を補う手法を提案した。2つのモデルを用いた実験を通して提案手法の有用性を示した。今後の課題は統計的な評価である。

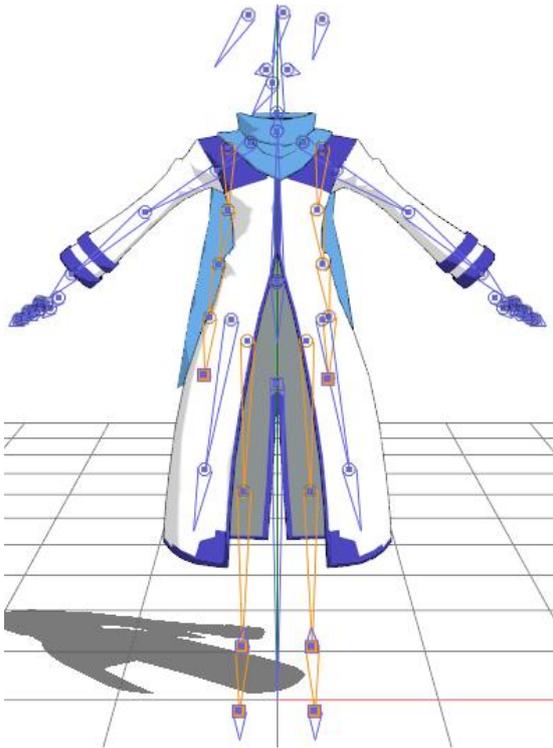


図 1 実験に用いたソースモデル A

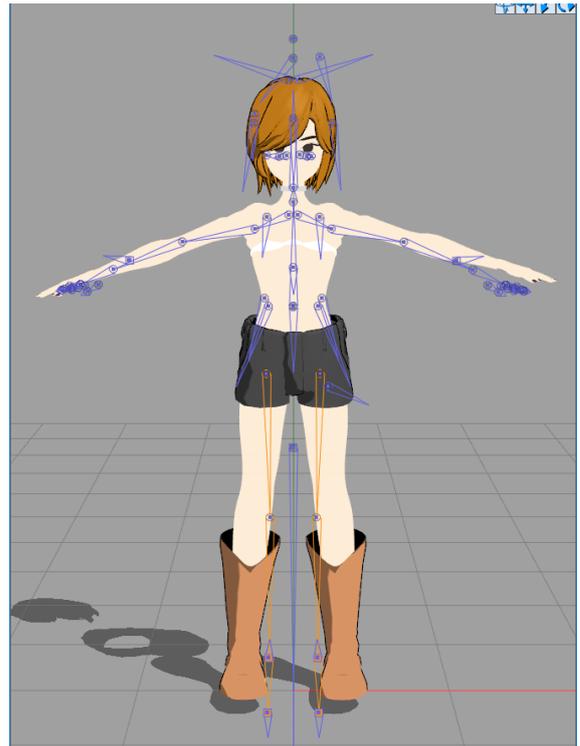


図 3 実験に用いたターゲットモデル

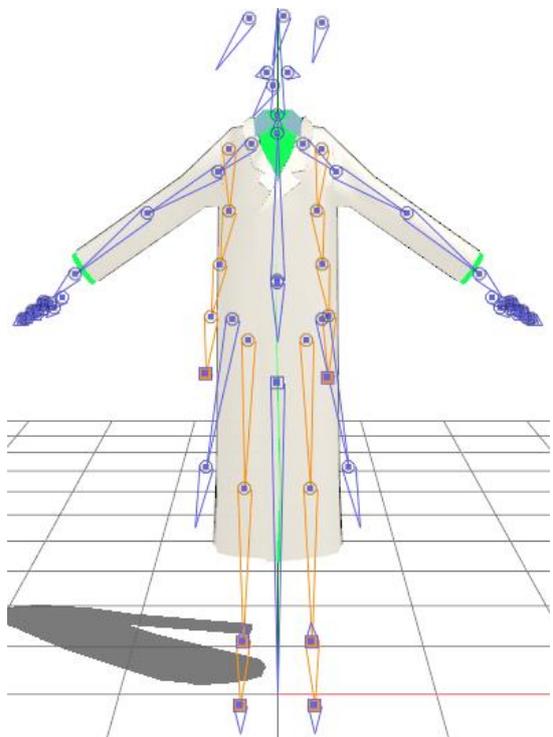


図 2 実験に用いたソースモデル B



図 4 従来手法の結果 A



図5 提案手法の結果A

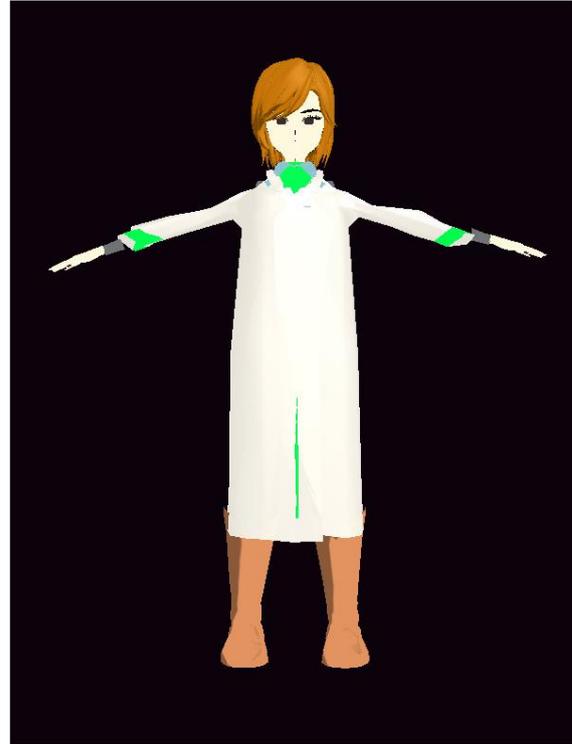


図7 提案手法の結果B

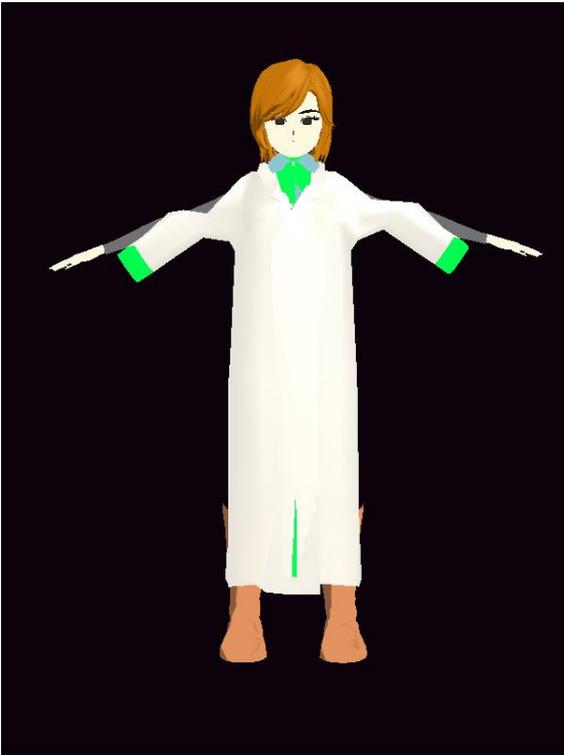


図6 従来手法の結果B

参考文献

- [1] L. Kobbelt, J. Vorsatz, U. Labsik, and H. Seidel. "A Shrink Wrapping Approach to Remeshing Polygonal Surfaces," Proc. Eurographics '99, vol.18, no.3, pp. 119-129, Sept. 1999.
- [2] B.K. Koo, Y.K. Choi, C.W. Chu, J.C. Kim, and B.T. Choi, "Shrink-Wrapped Boundary Face Algorithm for Mesh Reconstruction from Unorganized Points," ETRI Journal, vol.27, no.2, pp.235-238, April 2005.
- [3] 萩原義裕, 萩原由香里, アデルジャン・イミティ, 三好 扶 西川尚宏, "スケルトンを利用したシュリンクラップとそれに適したモフォロジカルスケルトン," 電子情報通信学会論文誌(D), J96-D, no.1, pp. 46-60, 2013.
- [4] 萩原義裕, 萩原由香里, アデルジャン・イミティ, 三好 扶 西川尚宏, "ボーン位置合わせとスケルトンを利用したシュリンクラップ," 電子情報通信学会論文誌(D), J96-D, no.9, pp. 2059-2069, 2013.