

3次元物理シミュレーションによる リアルタイム仮想試着

金子直史[†] 齊藤友彦[†] 鷺見和彦[†] 宮治裕[‡]
 青山学院大学院 理工学研究科[†] 青山学院大学 社会情報学部[‡]

1. あらまし

近年、在庫がない状態での試着や、ネットワーク上の店舗での販売を視野に入れた仮想試着システムが開発された。これらは実際の衣料販売店などで利用されている[1]。

従来の仮想試着システムでは、テクスチャを張り付けた2次元オブジェクト(服オブジェクト)を重畳表示したものが一般的である[2]。そのため、ユーザがポーズを変えるなどの動作をしても服オブジェクトはその形を変えない。

また、3次元服を表示するものも提案されているが[3]、高価なセンサが必要であったり、ユーザの姿勢が制限されていたりするなどの理由から、それらを手軽に利用することができない。

そこで本研究では、ゲーム用モーションキャプチャセンサを用い、3次元服オブジェクトによる新たな仮想試着システムを提案する。布と人体の近似モデルを用いることで、ユーザの動きに合わせた服オブジェクトの変化・追従を実現しながら、手軽な仮想試着を実現した。さらに、新たな服の選択インタフェースを導入し、より実用的なシステムを構築した。また、複数の人にこれを使用してもらい、アンケートをとることで、本システムの有効性について検証を行う。

2. 試着システムの構築手法

システムは大きく分けてモーションキャプチャ・布のシミュレーション・衝突処理・選択インタフェースから構成される。

2.1 モーションキャプチャ

本研究ではモーションキャプチャセンサとし

てMicrosoft社のKinectを使用し、ユーザの関節の3次元座標を効率的に(30fps)取得した。

本研究では上半身の試着に絞り、図1(a)に示す、9つの人体の部位を考慮した。まず、隣り合う2つの部位を組とし、部位間の方向ベクトルを求める。求めたベクトルと他のベクトルとの内積を利用することで回転角度を、さらに外積によって回転軸たる法線ベクトルを算出した。

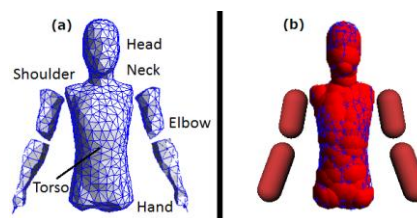


図1: 使用モデル (a)元モデル (b)近似モデル

2.2 布のシミュレーション

本研究では布を粒子-ばねモデルによってモデル化し、シミュレーションを行った。また、3種類のばねを使用することで、伸縮の少ない布を構成した[4]。

ある粒子にかかる力 F は、ばねに加わる力 F_s 、減衰器の力 F_d 、重力 F_g 、空気抵抗を単純化した粘性抵抗 F_v の合力とした。

$$F = F_s + F_d + F_g + F_v.$$

求めた合力を運動方程式にあてはめ、各粒子の加速度、速度、位置を求めた。計算精度を高めるため陰解法を用いる方法があるが[4]、大規模な行列演算となるため計算負荷が高い。そのため、解が容易に求まるオイラー法を用いた。ただし、 $v(t)$, $x(t)$, $a(t)$ はそれぞれ時間 t における粒子の速度、位置、加速度を示すベクトルである。

$$v(t + \Delta t) = v(t) + a(t)\Delta t,$$

$$x(t + \Delta t) = x(t) + v(t + \Delta t)\Delta t.$$

2.3 衝突処理

複雑なモデルを球体の集合で近似する手法を採用した[5]。また、モデルの腕はカプセル型に近似し、線分と点の距離の問題に置き換えた。

元モデルは1500個を超える三角パッチで構成されるが、近似モデルは599個の球体とカプセル

Virtual Fitting Room by 3D Physical Simulation.

[†] Naoshi Kaneko

[†] Tomohiko Saito

[†] Kazuhiko Sumi

Graduate School of Science and Engineering,
Aoyama Gakuin University

[‡] Yutaka Miyaji

School of Social Informatics,
Aoyama Gakuin University

ルに単純化した．両モデルの比較を図 1 に示す．

本研究では衝突する身体モデル側の速度は考慮していないため，衝突後の粒子の速度 v_{after} と，位置座標 x_{after} は，衝突前の値 v_{before} , x_{before} を使って，それぞれ以下の式で表せる．ただし， e は反発係数， r は球またはカプセルの半径， p は距離計算の始点座標ベクトル(球ならば中心点，カプセルならば線分上の 1 点)である．

$$v_{after} = -ev_{before}$$

$$x_{after} = r * N(x_{before} - p) + p.$$

ただし，

$$N(x) = x / \|x\|_2.$$

2.4 仮想試着

図 2 に仮想試着の様子を示す．上半身の回転と腕の移動に服オブジェクトが追従する．また，テクスチャによって数種類の柄を表現している．



図 2: 仮想試着の様子

2.5 選択インタフェース

3 種類のインタフェースを提案する．各インタフェースの様子を図 3 に示す．

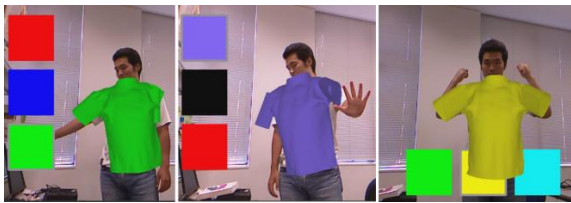


図 3: 各インタフェース

(左)ポインティング (中)ハンド (右)全身

ポインティング型は，モーションキャプチャにより取得した手の画面座標を利用する．取得した座標が，画面横に表示された，服の種類を示す矩形にカーソルが重なると服が切り替わる．

ハンド型は，手のひらの形によって，画面上の選択カーソルを操作し，変更する．ポインティング型に比べユーザの身長に左右されず，腰を折ったり，背伸びしたりする必要がない．

全身ジェスチャインタフェースは，両手を頭の上まで持ち上げ，服をかぶる動作をすることによって選択する．コンピュータアプリケーション

の操作に不慣れな子どもでも，実生活で身に付いた動きによって操作することができる．

3. 評価実験と考察

提案システムを評価するため，大学院生 2 名に実際にシステムを使用してもらった．はじめに 2 次元・3 次元仮想試着をそれぞれ 2 分間使用させ，次に各インタフェースで服の選択に要す時間を計測した．最後に 5 段階評価でのアンケートを実施した．アンケート結果を表 1 に示す．

表 1: アンケート結果

項目	評価
3次元服オブジェクトの「膨らみ」	4.5
3次元試着の身体の動きに対する追従	3.0
今後、3次元仮想試着を利用したいか	5.0

表 1 より，服オブジェクトの「膨らみ」は好意的に受け止められたと考えられる．しかし，身体の動きに対する追従は評価が低く，モーションキャプチャの追従性能の向上が求められる．

表 2: 各インタフェースの平均選択時間

種類	ポインティング	ハンド	全身
時間 (s)	26	48	28

表 2 から，ハンド型の選択時間が長く，認識精度に問題があると考えられる．アンケートでは，ポインティング型と全身ジェスチャ型が，操作がわかりやすく，好意的に受け止められた．

3. おわりに

モーションキャプチャセンサによる手軽な 3 次元仮想試着システムを提案した．アンケートより 3 次元服は好意的に受け止められたが，追従性能に改善の必要があることがわかった．インタフェースは，2 種が好意的に受け止められた．

参考文献

[1] 「Right-on AR MIRROR @KURASHIKI」, <http://www.youtube.com/watch?v=2-ktRGDV5qc/>, 「YouTube」, 2012年1月20日取得.

[2] 中村薫, ほか, 『KINECT for Windows SDK プログラミング C++編』, 秀和システム, 2012年6月.

[3] 尾下真樹, 牧之内顕文, “実時間衣服シミュレーションによる仮想試着システムの実現,” グラフィックスと CAD 合同シンポジウム, pp. 1-6, 2003年.

[4] Boxerman, E., and U. Ascher, “Decomposing Cloth.” in SCA '04: Proc. ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation, 2004, pp.153-161.

[5] Bradshaw, G., and C. O'Sullivan, “Adaptive Medial-Axis Approximation for Sphere-Tree Construction.” ACM Transactions on Graphics, Vol. 23 Issue 1, 2004, pp.1-26.