

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：82626

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25880033

研究課題名(和文)動作中の身体と装着物のインタラクションを再現するデジタルヒューマンモデル

研究課題名(英文) Digital human model for simulating interactions between human body and wearable equipments

研究代表者

吉安 祐介 (Yoshiyasu, Yusuke)

独立行政法人産業技術総合研究所・知能システム研究部門・研究員

研究者番号：10712234

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、動作中の身体と装着物のインタラクションを再現するデジタルヒューマンモデルを開発した。まず、装着物と身体表面の接触解析の基礎をなす、3次元形状データベースを活用した体表変形モデルを構築した。次に、バネマスモデルを用いた装着物シミュレータとペナルティー法を用いた接触力推定モデルを構築した。開発したデジタルヒューマンモデルを用いて、装着型福祉機器着用時の圧力分布を推定した結果、推定値は実計測値と大まかにパターンが一致し、定性的に妥当性が確認できた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have developed a digital human model for simulating the interaction between the human body and wearable equipment. We first establish a body surface deformation model that uses a three-dimensional shape database, which is a key to achieve accurate contact modeling. Wearable equipment is modeled by a mass spring model. We estimated the pressure distribution of the body surface in contact with wearable equipment. As a result, the estimated pressure distribution and actual measurement were roughly equivalent.

研究分野：コンピュータグラフィクス、コンピュータビジョン

キーワード：デジタルヒューマン

1. 研究開始当初の背景

動作に伴う衣服やアクセサリなどの装着物の運動を再現し、装着物と身体との接触状態および両者の変形挙動を把握することは、映画などの映像表現 (VFX) の制作、スポーツウェアの設計やオンライン試着システムの開発等に非常に有用である。

研究代表者は、これまでに(a)伸縮素材を利用して歩行や立ち上がりを支援する下肢動作支援ズボンの開発と(b)計測した3D変形データからスカートのゆらめきなどのキャラクターの動きを生成するアニメーション手法を開発してきた。(a)のようなサポートウェアの開発を効率化するためには、姿勢の変化にともなって、伸縮素材がどのように変形し、身体にどのような力を与えるか、事前に推定することが肝要だと感じた。(b)を発展させて、(a)のような衣服など、複数の素材から構成された装着物のシミュレーションを実現するには、動作に伴う身体の変形を推定する体表変形モデルとさまざまな素材を扱える装着物シミュレータからなる、動作中の身体と装着物のインタラクションを再現するデジタルヒューマンモデルが必要だと考えた。この技術は映画やゲームの映像制作においても有用である。

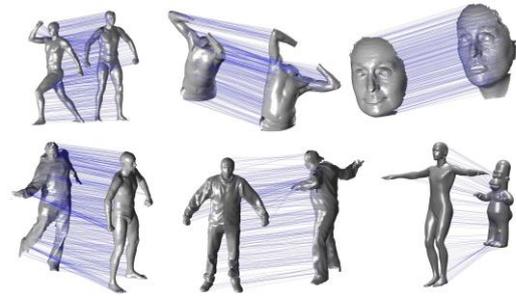


図1 姿勢自動対応付け結果



テンプレート スキャン 初期フィッティング



詳細フィッティング

図2 等角制約を用いたテンプレートフィッティング

2. 研究の目的

(1) 本研究では、装着物と身体表面の接触解析の基礎をなす、3次元形状データベースを活用した体表変形モデルを構築する。効率的に3次元形状データベースを構築するために、手作業を極力要さないテンプレートフィッティング法を開発する。

(2) 本研究では、動作中の身体と装着物のインタラクションを再現するデジタルヒューマンモデルを開発する。装着物をマクスプリングモデルでモデリングし、衣服などの装着物着用時に身体表面生じる圧力分布を推定する。

3. 研究の方法

(1) 皮膚モデルには、身体の表面形状を高精度かつ効率的に生成するために、3次元形状データベースを活用した変形モデルを用いた。

効率的に3次元形状データベースを構築するための基礎技術として、姿勢を自動的に対応付けることができる鏡面对称性を考慮したマッチング手法(図1)と少数の対応付け点からテンプレートフィッティングが可能な等角制約を組み込んだテンプレート変形手法(図2)を開発した。

3次元形状データベースを活用した姿勢変化に伴う身体表面変形モデルには、Pose Space Deformation (PSD)^①という事例に基づく変形モデルを用いた。この方法では、スキニングと呼ばれるCGキャラクターの変形手法で求めた変形結果を、あらかじめ構築



従来 データベース活用 スキャン

図3 表面形状生成結果の比較

した姿勢データベースの情報を用いて修正することで、より現実に近い表面形状を出力できる(たとえば図3の背中の盛り上がり方)。ここでは、被験者1名が異なる70姿勢をとった際の3次元スキャンデータを入力として用いた。

(2) 装着物着用時のインタラクションや圧力分布を推定するために、身体-装着物相互作用シミュレーションのプロトタイプをMATLABで実装した。身体-装着物系は、①身体モデル、②装着物モデルおよび③接触モデルによって構成され、図4のような流れでデ

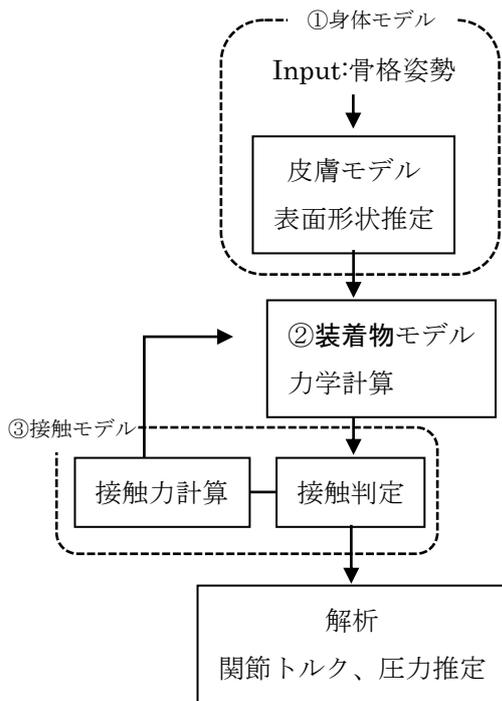


図4 シミュレーションフローチャート

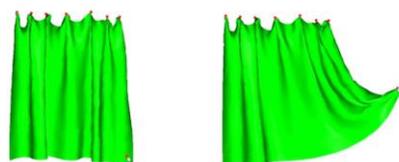
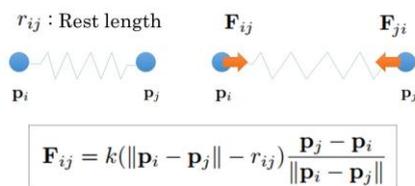


図5 マス-スプリング

ータの受け渡しをする。身体モデルは、骨格モデルと皮膚モデルからなる。装着物モデルは、Liuら^②のバネマスモデル(図5)を用いてモデル化した。接触判定は、axis-aligned bounding box (AABB)を用いた bounding box hierarchy (BVH)を使用して高速化し、接触力の推定にはペナルティー法^③を用いた。

4. 研究成果

開発したデジタルヒューマンモデルをスーツ型福祉機器に適用した。図6にスーツ型福祉機器着用時の圧力分布推定結果を示す。衣服型機器の圧力は、一般的な圧力分布測定センサの感度よりも小さかったため、図7のようなスリングシート型福祉機器の圧力分布を推定し、実計測値と比較した。その結果、シミュレーション結果は、実計

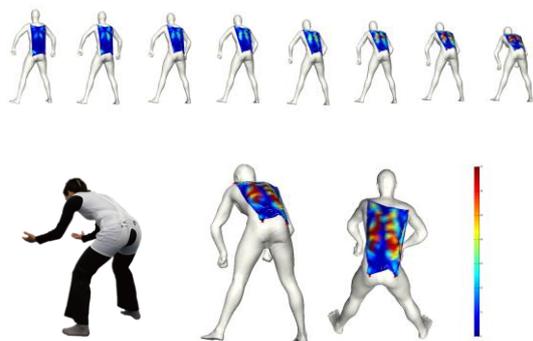


図6 スーツ型機器装着時の圧力分布推定結果

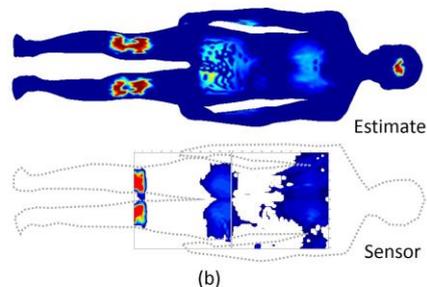
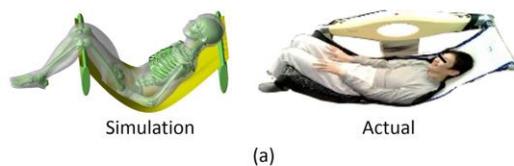


図7 圧力分布推定の評価

測圧力分布と定性的にパターンが一致し、妥当性が確認できた。

<引用文献>

- ① Tiantian Liu and Adam W. Bargteil and James F. O'Brien and Ladislav Kavan, "Fast Simulation of Mass-Spring Systems", ACM TOG, 2013.
- ② Guan, Peng and Reiss, Loretta and Hirshberg, David A. and Weiss, Alexander and Black, Michael J., "DRAPE: DRessing Any Person", SIGGRAPH, 2012.
- ③ Lewis, J. P. and Corder, Matt and Fong, Nickson, "Pose Space Deformation: A Unified Approach to Shape Interpolation and Skeleton-driven Deformation", SIGGRAPH, 2000.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① Forward Dynamics Simulation of Human Figures on Assistive Devices Using Geometric Skin Deformation Model, Yusuke Yoshiyasu, Ko Ayusawa, Eiichi Yoshida,

Yoshio Matsumoto, Yui Endo, In Proc. of 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 4 pages, 2015, (査読あり).

② As-Conformal-As-Possible Surface Registration, Yusuke Yoshiyasu, Wan-Chun Ma, Eiichi Yoshida, Fumio Kanehiro, Computer Graphics Forum, 33(5), pp. 257-267, 2014, (査読あり), DOI:10.1111/cgf.12451.

③ Symmetry-Aware Nonrigid Matching of Incomplete 3D Surfaces, Yusuke Yoshiyasu, Eiichi Yoshida, Kazuhito Yokoi, Ryusuke Sagawa, In proc. of Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 4193-4200, 2014, (査読あり), DOI:10.1109/CVPR.2014.534.

④ Deformation transfer based on stretchiness ratio, Yung-Hsiang Yang, Wan-Chun Ma, Yusuke Yoshiyasu, Ming Ouhyoung, In Proc. of Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ), pp. 160-165, 2013, (査読あり), DOI: 10.1109/IVCNZ.2013.6727009.

[学会発表] (計 3 件)

① As-Conformal-As-Possible Surface Registration, Yusuke Yoshiyasu, Wan-Chun Ma, Eiichi Yoshida, Fumio Kanehiro, Symposium on Geometry Processing, 2014年7月9日~2014年7月11日, Cardiff University, Cardiff, United Kingdom.

② Symmetry-Aware Nonrigid Matching of Incomplete 3D Surfaces, Yusuke Yoshiyasu, Eiichi Yoshida, Kazuhito Yokoi, Ryusuke Sagawa, Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014年6月24日~2014年6月27日, Greater Columbus Convention Center, Columbus, United States of America.

③ Deformation transfer based on stretchiness ratio, Yung-Hsiang Yang, Wan-Chun Ma, Yusuke Yoshiyasu, Ming Ouhyoung, Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ), 2013, Victoria University, Wellington, New Zealand.

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称：対応点探索装置と対応点探索プログラム並びに対応点探索方法
発明者：吉安祐介
種類：特許

番号：特願 2014-226566

出願年月日：2014/11/7

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉安 祐介 (Yusuke Yoshiyasu)

産業技術総合研究所・知能システム研究部門・研究員

研究者番号：10712234