

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：53601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16259

研究課題名(和文)衣服デザインのための指の動きを用いた直感型布モデル操作の開発

研究課題名(英文)Development of intuitive cloth manipulation by finger motions for apparel design

研究代表者

召田 優子(Mesuda, Yuko)

長野工業高等専門学校・電子制御工学科・助教

研究者番号：20757893

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、現実世界の手指の動作を用いて仮想空間上の布モデルを操作する。本方法は新しい仮想立体裁断方法やギブスやサポータといった医療など幅広い応用が可能である。

本研究では、まず実際の立体裁断で 사용되는基本的な操作をいくつか抽出し、その抽出した操作を仮想化した。仮想化した操作を連続的な流れ組み合わせることで実行することができる。今回実装した操作は5つである。実行結果からそれぞれの操作を一連の流れで実行することができた。このことから、実際の立体裁断のように手指の動きを利用して布モデルを操作し衣服形状を作成できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：In this study, a cloth model is manipulated according to hand and finger motion in the virtual space. This method can have a wide field of application.

First some basic manipulation for actual draping is extracted and then they are virtualized. In this study, we virtualize five manipulations. The manipulations can use in combination. We have succeed are succeed in manipulating the cloth model by this method. Thus, we confirm it is possible to create a garment form according to the hand and finger motions. This method can applied to virtual draping based on actual draping.

研究分野：感性工学

キーワード：衣服シミュレーション 仮想立体裁断 モーションキャプチャ 仮想物体操作 ヒューマンマシンインタフェース

1. 研究開始当初の背景

体型に合った衣服の型紙を作成する方法に立体裁断という方法がある。この方法では人台に布を貼り付け、人台の形状に合わせて布を変形させることで衣服形状を作成し、その後作成した衣服形状から型紙を得る。この方法はコストが高い等の欠点があることから立体裁断を仮想空間上で行う研究がなされている。

仮想立体裁断では、個人の体型に対応した衣服を効率よく低コストで作成することができ、完成形状や衣服圧のシミュレーションも行うことができる。しかし、従来の仮想立体裁断では、布モデルから衣服形状を作成せずに、直接衣服形状を作成しているため、布の物性等により実際に作成できない衣服の型紙ができてしまうことがある。また、マウスなどの2次元的な動きを伴うデバイスを用いる場合が多いため、操作に違和感が生じ、混乱を招く可能性がある。そのため、従来とは異なり実際の立体裁断の手順や作業を元とした、より現実に近い仮想立体裁断手法も必要であると考えられる。

実際の立体裁断に近い仮想立体裁断の実現するために、現実世界の手指の動きを用いて、布モデルから衣服形状を作成することを考えた。しかし、仮想立体裁断を目的とした手指による布モデル操作の研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、より実際の布の扱いに近い形で、細やかで多様な操作を行うために、指の動きによる布モデル操作方法の開発を目指す。

この布モデル操作方法は、仮想立体裁断によっての個人対応の衣服作りへの応用だけでなく、立体裁断の教育や医療・スポーツ製品への応用が期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、よりリアルな感覚で仮想立体裁断を行うために、センサにより現実世界の指の動きを取得し、その動きに応じて仮想空間上の布モデルを操作する方法を開発する。

従来の仮想立体裁断では衣服形状を直接作成する方法が多いが、現実世界の手指の動きに従って布モデルを変形させて衣服形状を作成する方法はほとんどない。しかし、実際の立体裁断は、布から衣服形状を作成している。そのため、指の動きを用いた仮想立体裁断は、より実際の立体裁断に近い感覚を提供できると考えられる。

3. 研究の方法

本方法は、現実世界の手指の動作をセンサで取得し、その情報を用いて仮想空間上にある布モデルを操作する。

センサには Leap Motion を用いた。Leap Motion は手や指先の3次元座標や手の骨格情報など手に関する様々な情報を Leap Motion に手をかざすだけで取得することができる。本研究では、指の3次元座標を主に用いる。

(1) モデル

仮想空間上には布モデル、物体モデルそして手モデルが用意されている。布モデルは質点バネモデルであり、格子状に並べられた質点をバネで接続したモデルである。布の挙動を再現するために力学計算が定義されている。また、物体モデルと接触した際にすり抜けを防止するために衝突判定および衝突反応が定義されている。物体モデルは、物体の表面に節点を配置することにより形成されている。手モデルは Leap Motion により取得した手指の位置に球のオブジェクトを作成することで再現されている。本研究はリアルタイムで操作を行うため、手モデルと布モデル間および手モデルと物体モデル間には相互作用に関する処理は通常行わない。ただし、操作により必要とされる場合には簡単な衝突に関する処理を行った。

(2) 仮想化する操作の抽出

今回、現実の立体裁断の操作を再現するにあたり、仮想化する操作の抽出を行った。操作の抽出は実際に立体裁断を行っている動画や書物を参考に行った。本研究で仮想化した操作は「つまむ・移動操作」、「放す操作」、「留める操作」、「マッピング」、「なでる操作」である。裁断操作も基本的な操作であるが、実際は最初の段階で大まかに布を適切なサイズに裁断したり、余分な布を除くために裁断したりすることが多い。最初の段階で布モデルのサイズを決めてしまうことで裁断操作の大部分に対応できると考えたため、今回はより立体裁断の現場に出てくる操作を優先して仮想化した。

(3) 操作方法

本研究では、5つの操作を実装した。また、これらの操作は一連の流れで操作することができるように組み合わせ操作も行った。

つまむ・移動操作、放す操作および留める操作は、布モデルの質点の固定または固定されている質点の拘束を解くことにより行う。つまむ・移動操作は、手に最も近い布モデルの質点を算出し、その質点を Leap Motion で取得した指の位置に固定する。つまむ・移動操作中は常にその固定状態を維持する。つまむ・移動操作は終了すると必ず放す操作または留める操作に遷移する。

放す操作は、任意の固定されている布モデルの質点から手に最も近い質点を算出し、その質点の拘束を解くことにより行う。つまむ・移動操作後に放す操作を行う場合は指に固定されている質点の拘束を解く。

留める操作はつまむ・移動操作後に行い、留める操作単独では実行することができない。布モデルを留める箇所は手に最も近い物体モデルの節点である。つまんでいる布モデルの質点を算出された物体モデルの節点に固定する。本研究で行っている衝突反応は物

体モデルと布モデルの間が一定の間隔を保つように布モデルの質点に斥力かけるものであり、物体モデルと布モデルの間には少し隙間が存在する。そのため、留める操作で物体モデルの節点に布モデルの質点を移動した後、力学計算や衝突の計算を行い衝突しない位置で布モデルが安定した後固定した。

マッピングは留める操作と同様に物体モデルに布モデルを固定する操作である。留める操作と異なる点は、瞬時に布モデル全体を物体モデルの形状に沿って変形させ物体モデル周辺に張り付ける点である。実際の立体裁断では人台の中心線と布の布目線を合わせて張り付ける作業がある。留める操作は1点のみ固定する作業であるため、その作業を留める操作のみで行うのは効率が悪く、正確性に欠ける。そこで、マッピングにより基準点から布モデルの質点を配置し布モデルを物体モデルに沿った形を算出し張り付ける方法も実装した。基準点は手に最も近い物体モデルの節点とした。衝突による隙間を考慮するため隙間分の間隔をあけ布モデルの質点を配置した。その後、布モデルの上部と左側辺の質点を固定した。固定箇所はウエスト線と中心線を意識している。留める位置は変更可能である。

なでる操作では、布モデルと手のモデルの距離が予め設定したしきい値以内に接近した際に、指のモデルに最も近い布モデルの質点を指の移動ベクトルに従い移動させることにより行う。

上記の操作は、ジェスチャまたはキーボードのキーによって切り替えることにより一連の流れで操作することができる。ジェスチャは手指の相互位置関係または位置の変位により特定する。

4. 研究成果

上記5つの操作を実行した。操作画面は図00のようになっている。各操作では手指に最も近い布モデルの質点、物体モデルの節点または固定されている布モデルの質点が必要となる。算出された各箇所がモデルとは異なる色で示されている。布モデルの初期状態は上両端を固定された状態となっている。操作が実行されると固定が解除される。

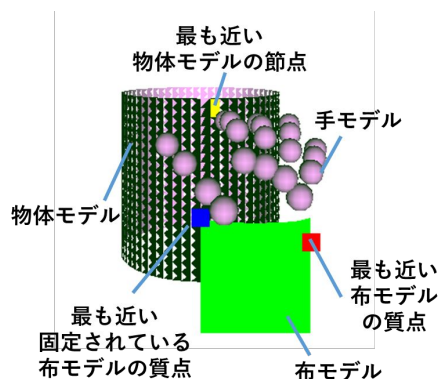


図1：操作画面

各操作の結果を図2-9に示す。各操作を実行することに成功した。複数の操作を組み合わせることにも成功した。図7-9は組み合わせ操作結果の一部である。この組み合わせ操作の内容は以下の通りである。まずマッピングを行い、布モデル全体を張り付けた後、マッピングの一部の固定を解いた。そして左上端をつまみ留める操作を行った後、布モデルのしわになっている部分をなでる操作で物体モデルの表面になじませた。この流れは実際の立体裁断の初期段階でよく行われる操作の流れである。今回物体モデルは円柱であるため、意図的に布モデルをたるませ、ダーツを作成するように布モデルをなでてたるみの形状の調節を試みた。結果、たるませたことでできた布モデルの余剰部分を一箇所に集約することができた。手指のぶれ等から細かい操作はまだ再現することはできず、衣服形状作成まではできなかったが、実際の立体裁断はこの後布をつまんだり留めたりしながら衣服形状を作成していくことから、つまむ操作や留める操作、放す操作等を組み合わせることにより衣服形状を作成することが可能であると考えられる。

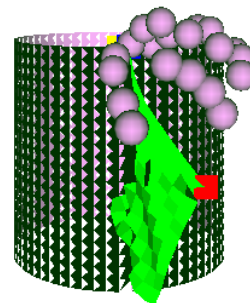


図2：つまむ・移動操作

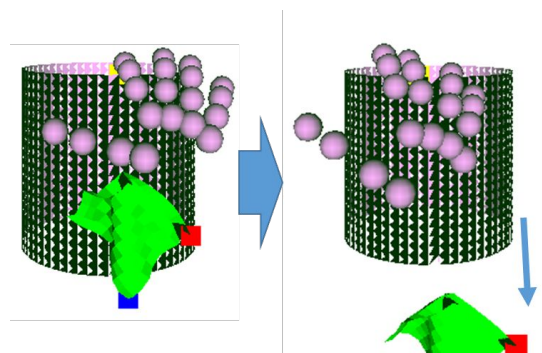


図3：放す操作

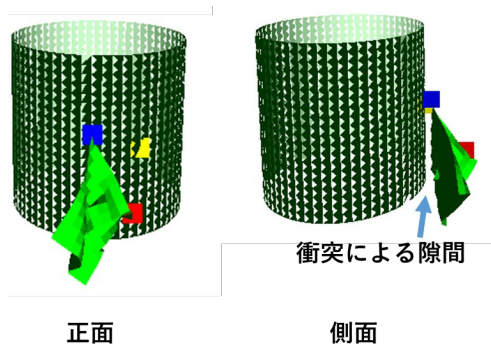


図 4：留める操作

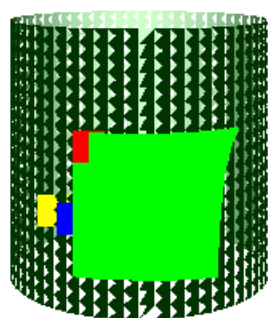


図 5：マッピング

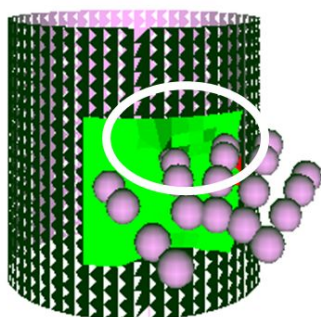


図 6：なでる操作

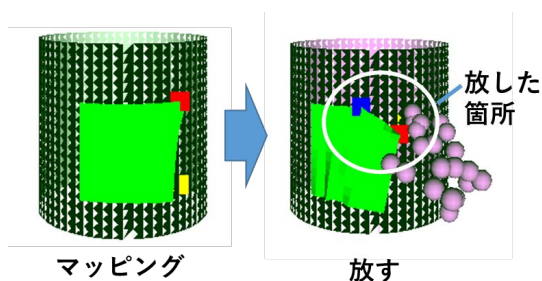


図 7：組み合わせ操作 1

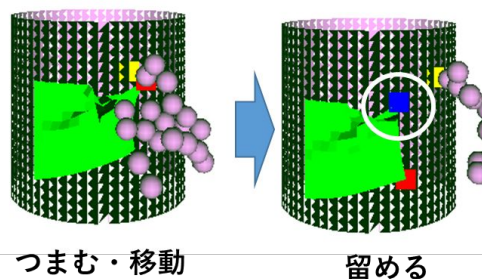


図 8：組み合わせ操作 2

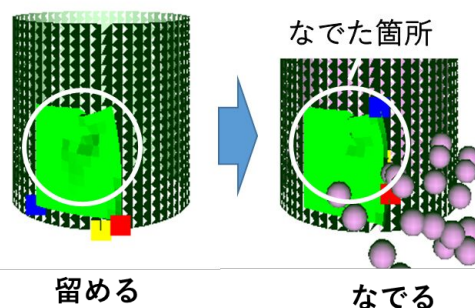


図 9：組み合わせ操作 3

以上のことから本操作を用いて衣服形状を作成することができる可能性が示唆された。本方法を利用した新しい仮想立体裁断を確立することができれば、直感的に仮想空間上で衣服を作成することができ、また、より簡便に個々にあった衣服を作成することができる。実際の立体裁断の手順を基礎としているため、様々な衣服への応用が可能である。さらには、生体装具等の医療分野への応用も期待できる。また、実際に立体裁断を行う時と近い形で仮想立体裁断は、個人の体型を考慮した着心地がよく動きやすい衣服作りに貢献でき、それは衣服を大切に長く着るというエコで心豊かな衣生活スタイルにも通じると考えられる。

今後の展望としては、衣服形状作成を目指し、操作の正確性向上ため現在の操作の改善や手指の座標の補正・円滑化、リアルタイム性の向上、布モデルの改善を行う。実際の立体裁断の操作を仮想空間上で行うためには、様々な状況において対処をしなければならない。現段階では、操作の途中で別の操作を実行することや、両手での操作を同時に行えないことが課題としてある。これらの課題を解決しより実際の操作感覚で操作可能となるように改良する必要がある。また、布モデルを操作する際、手の情報判定がうまく行えない場合があった。Leap Motion では右手と左手を判定することも可能であるが、手指の

ずれやノイズなどによりその判定がうまく行えないときがある。これを改善するために時系列に手指の情報を整理し現在の手指の状況を判定する必要がある。布モデルにおいて布モデルの形状や操作が複雑すぎると布モデルの計算が収束しせずに不安定な形状となってしまう場合がある。布モデルの変形に物性を考慮した上で制限をかけるなどの改善を行う必要がある。今後はこれらの課題の解決を行い最終的には本方法を用いて仮想立体裁断を行い衣服の型紙の作成を行う。

<参考文献>

文化服装学院編(2001),「分化ファッション大系 アパレル生産講座 立体裁断基本編」,文化服装学院 教科書出版部

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

Yuko Mesuda, Shigeru Inui, Yosuke Horiba, "Virtual draping by mapping", Computers in Industry, Volume 95, February 2018, pp. 93-101

〔学会発表〕(計1件)

召田優子, 乾滋, 堀場洋輔, 「指の動きを用いた仮想立体裁断のための布モデル操作」, 2016 年度繊維製品消費科学会年次大会, pp.155, 2016, ポスター

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<博士論文>

召田優子, 「立体裁断の仮想化手法に関する研究 幾何学的マッピングと布モデル操作」, 甲第679号, 平成30年3月20日,

博士(工学), 信州大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

召田 優子 (MESUDA, Yuko)

長野工業専門学校・電子制御工学科・助教

研究者番号: 20757893

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

乾 滋 (INUI Shigeru)