

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：32604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00759

研究課題名(和文) ユーザーにフレンドリーな高精度3次元ファッション・デザインシステムの開発

研究課題名(英文) Development of the Precise 3Dimensional Fashion Design System with User-friendly Interface

研究代表者

團野 哲也 (DANNO, Tetsuya)

大妻女子大学・家政学部・教授

研究者番号：80275437

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：情報通信技術を利用したファッションオーダーシステムの開発において、着装シミュレータが“3次元”で一般消費者に使いやすく、かつ精度の高いシミュレーションを実現できるための要件を検討した。その結果、既存のソフトウェアについて開発メーカーとのカスタマイズの検討と改善を行い、3次元の基準点測定表示可能なシミュレーションソフトウェアを開発した。また、タイトスカートとフレアスカートの3次元測定値から、幾何学的なパラメータとして、点集中のガウス曲率、点集中の測地的曲率、点集中の平均曲率を計算して、加齢による体型変化や、使用するテキスタイルの力学物性との間に関係を見出すことができた。

研究成果の概要(英文)：Essentials of the apparel three dimensional (3D) wearing simulator were investigated on developing of the fashion order system by means of the information and communication technology for the general consumers with easy-to-use and precise. Therefore, a customized and research oriented 3D wearing simulation software was developed by modifying the commercially available software after discussing with the developer. Additionally, geometrical parameters such as concentrated Gaussian curvature, concentrated geodesic curvature, and concentrated mean curvature were calculated using the data sets from the 3D measurement of the really produced tight and flare skirts. The calculated geometrical parameters were also associated with the change of the body shape in aging and mechanical properties of the textiles used in the garments.

研究分野：被服学

キーワード：着装シミュレーション 3次元 ソフトウェア 3次元の基準点測定表示 点集中のガウス曲率 点集中の測地的曲率 点集中の平均曲率 3次元人体曲面形状

1. 研究開始当初の背景

(1) 一定の年代の標準体形を用いて、着想シミュレーションソフトウェアを用いて計算を行い、実際に製作したガーメントとの比較を行っている例は、近年報告されている。しかしながらこれらの結果では、スカートのヘムライン（裾）の2次元投影を主にして、従来のドレープ係数の考え方を準用しているか、スカートの高さ方向の情報についても、中間一箇所程度の比較で測定値も周長が主であった。

(2) 実際に作製したスカートの着装時の3次元計測については、年代、フレア量、素材をパラメータとして、およそ300点の基準点の3次元座標が求められている。しかしながら、これら多数の測定値から、シルエットの特徴を直感的に見出す手法は、得られていなかった。

2. 研究の目的

(1) 着装シミュレーションソフトウェアのカスタマイズ：既存の市販シミュレーションソフト（(株)テクノア製、i-Designer）をカスタマイズする。そして、スカートのシミュレーション結果から、実際に作製したスカートと同様の、スカートのウェストラインからヘムラインにいたる複数の周上の基準点の3次元座標が得られるようにする。

(2) スカートの幾何学的特徴量の抽出：実際に作製したスカートの3次元計測から得られた基準点の座標を用いて、スカートの幾何学的な特徴量を抽出し、年代、スカートの形状、素材をパラメータとしたときの幾何学的特徴量を比較する。また、意味差別法（SD法）を用いた調査結果を主成分分析して、スカートのイメージと幾何学的特徴量の相関を求める。

3. 研究の方法

(1) 着装シミュレーションソフトウェアのカスタマイズ：実際に作製したスカートにおいては、図1に示すように、型紙上に300点の基準点を配置して、使用する生地マーキングした後、縫製を行っている。そこで着装シミュレータ上で、これらと同じ位置に基準点を配置し、3次元のシミュレーション後、着装状態での3次元表示上に、基準点が追加表示され、さらに基準点の3次元座標が数値データとして取り出せるようにソフトウェアをカスタマイズした。

(2) スカートの幾何学的特徴量の抽出：3つの年代（20代、40代、70代）、3つのフレア量と、タイト1種類、6つの素材の計72種類のスカートを実際に作製した。各スカートについて、型紙の段階で図1のような基準点を300点設定し、非接触3次元人体計測器を用いて、着装状態での各点の3次元座標を

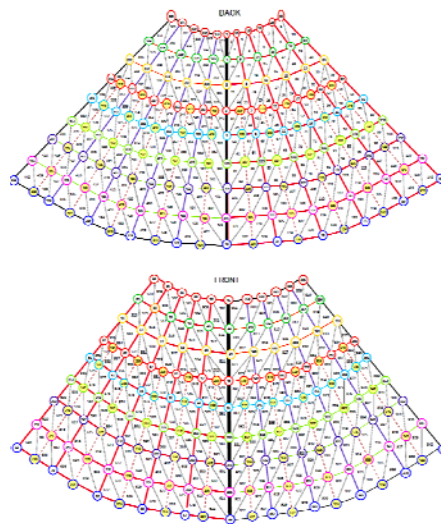


図1 フレアスカート型紙上の基準点

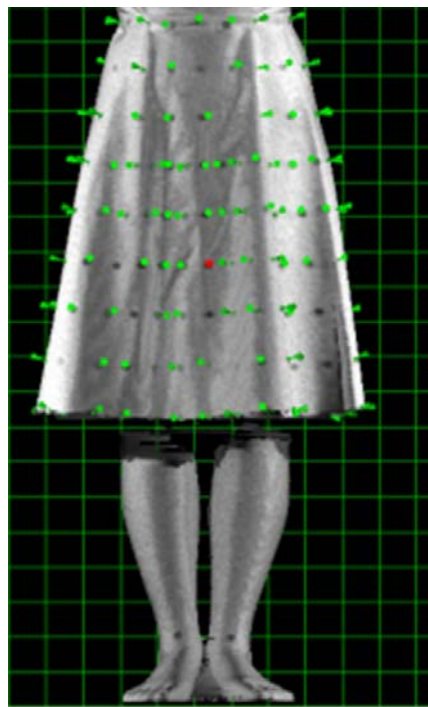


図2 作製したスカートの着装状態での基準点（緑色のマーカー）

計測した。図2に結果の一例を示す。

一つの基準点の周りに隣接する三角メッシュの基準点周りの角度から3つのパラメータすなわち点集中のガウスの曲率(Kc)、点集中の測地的曲率(kc)そして点集中の平均曲率(Hc)を求めた。曲面の幾何学から、 $Kc > 0$ では楕円面（外に向って凸）を、 $Kc = 0$ では可展面（フラット面）を、 $Kc < 0$ では双曲面（外に向って凹）を示す。スカート表面全体で Kc の総和を求めると、スカート全体の形状把握の指標となる。また、 kc については、その絶対値が大きいほど曲がりが強くなる。さらに、幾何学の定理から kc については Kc と相補的な関係があり、スカート表面全体の基準点から得られた Kc の総和と kc の総和は相殺し保存則が成り立つ。したがって、 Kc と

kc の両パラメータを求めることで、計算手順の妥当性が検証できる。一方 Hc については、スカートに発生するフレアの凹凸を量的に算出し、頂点に集中する角度として表現できる。したがって、 Hc が正の値は凸で山折り、負の値は凹で谷折り、0 は平面をあらわしている。また、 Hc の絶対値が大きいほど凹凸いずれかに強く曲がっていることを示す。

以上3つの特徴量を算出することで、素材やフレア量による差のあるスカートの形状の変化の違いを、サイズレス的一定条件で比較することができる。

(3) 感性的イメージ評価：素材とデザインに関してSD法等を用いた5段階評価を行った。被験者は、18歳～23歳の女子大学生80名とした。素材イメージ項目としては、スカートに、はりが無い－はりがある、やわらかい－かたい。また、スカートのフレアについては、ノードが小さい－大きい、不均一－均一、美しくない－美しいとした。さらに、デザインイメージ項目としては、レディ・フェミニン系、モダン・シャープ系、カジュアル系、ベイシック・レトロ系、エレガント・シック系、ゴージャス系とした。

4. 研究成果

(1) 着装シミュレーションソフトウェアのカスタマイズ：i-Designerの開発元である(株)テクノアの技術スタッフと協議を重ねた。その結果、3次元シミュレーションが終了した後に、型紙上に、図3のような基準点を、型紙上のウェストライン、ヒップライン、ヘム

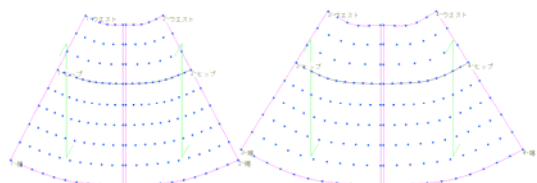


図3 着装シミュレーションソフトウェアの型紙上の基準点設定

ラインの始点と終点を選ぶと、ウェストラインとヒップラインの間に2段、ヒップラインとヘムラインの間に4段の基準点が自動的に設定されるようにした。この基準点設定は、図1に示される実際に作製したスカートの型紙上の基準点設定と一致している。次にこれらの基準点を3次元で計算したシルエット上に生成すると、図4のようになる。この結果は、図2に示した実際に作製したスカートの着装状態での基準点と完全に一致した。またこの操作は、本研究で用いたスカートの型紙に対して、年齢やフレア量などに関係なくすべて適要可能である。さらに図4で表示された基準点の3次元座標は、表Iに示すようにCSVファイルとして出力が可能である。

以上のように、着装シミュレーションソフ



図4 着装シミュレーションソフトウェア上の3次元シルエットに描画した基準点

表I 着装シミュレータ上の基準点の3次元座標(全300点のうちはじめの5点)

基準点番号	X-座標/mm	Y-座標/mm	Z-座標/mm
0	713.533	641.454	973.181
1	727.447	618.664	970.356
2	745.823	599.37	966.57
3	768.662	585.24	964.762
4	795.677	579.915	965.286
5	823.361	578.543	966.054

トウェア上で、実際に作製したスカートと全く同条件で基準点設定を行うことができた。この結果により、今後年齢や、フレア量、素材をパラメータとして、着装シミュレーションソフトウェア上で計算を行うことができる。そして得られた3次元の基準点座標から、研究の方法(2)で述べたスカートの幾何学的特徴量の抽出をバーチャル空間でも行い、実際に作製したスカートの幾何学的特徴量との比較が可能となる。

(2) スカートの幾何学的特徴量の抽出

① 3つの年代、4種のスカート、6種の素材について作製したスカートの、各基準点における Kc と kc の合計を図5に示す。すでに述べ

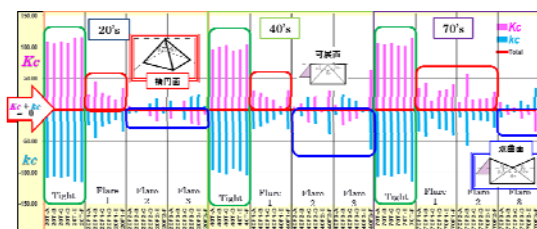


図5 実際に作製したスカートの Kc と kc
ピンク： Kc 、ブルー： kc

たように、各スカートについて、 Kc と kc の合計はゼロであった。このことは、 Kc 、 kc の抽出が、正確に実行されていることを示唆している。この結果から以下のことが分かった；(a) タイト：素材・モデル(体形)に関係なく、各合計が大きい、(b) フレア 1~3：それぞれの曲率の合計は小さい傾向にある、

(c) フレアー 1: 楕円面が多い, Flare 2~3: 双曲面が多い傾向にある. このように, 従来は各スカートについて着状態の画像等の詳細を示しながら説明しなくてはならなかったが, Kc , kc という幾何学的パラメータを導入することにより, 少数の数値で説明ができる. この取り扱いは, 今後 ITC を用いたシステムを設計する際に, プログラムのサイズと開発時間を飛躍的に効率化できることを示唆している.

一方 Hc について, 図 5 と同様に年代, 素材とスカートの種類別に計算を行った結果を図 6 に示す. Hc については, 各点で正の値を示すものと, 負の値を示すものが存在する. 正の値は表面に対して山折を, 負の値は

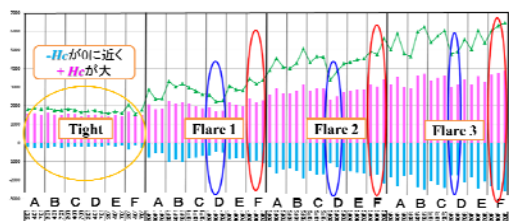


図 6 スカートの種類・素材別による $+Hc$, $-Hc$, $|+Hc|+|-Hc|$ の値, ピンク: $+Hc$, ブルー: $-Hc$, グリーン: $|+Hc|+|-Hc|$

表面に対して谷折を示している. そこで, Hc については, 正の値 ($+Hc$) と負の値 ($-Hc$) をそれぞれ別途合計した. また Hc の絶対値は, 特にフレアーのノード数や, フレアーの深さに関連すると予想されたので, それぞれのスカートについて, $|+Hc|$ と $|-Hc|$ の和も求めた. この結果からは, (a) 素材・モデル (体形) に関係なく, $+Hc$, $-Hc$ の絶対値とその合計 ($|+Hc|+|-Hc|$) はフレアー量に伴い大きくなる傾向がみられる. (b) $+Hc$, $-Hc$, $|+Hc|+|-Hc|$ についていずれも, 素材 F (トワル) では大きくなる傾向が見られ, 逆に素材 D (ファイユ) では小さくなる傾向が見られた. 同じフレアー量で比較すると, 素材 F では凹凸, ノードとも多く, 素材 D ではその逆に少なくなっていた. このように, 従来はフレアーの画像等により, 凹凸の形状やノード数などを個々に記述する必要があったが, 幾何学的特徴量 (Hc) を導入することにより, パラメータの提示でスカートの特徴が表現できるようになった. このことは, 前述の Kc , kc と同様に, 今後 ITC を用いたシステムを設計する際に, プログラムのサイズと開発時間を飛躍的に効率化できることを示唆している.

(3) 体形, フレアー量およびノード数, 素材および感性評価と幾何学的特徴量の関係: スカート全 72 着のノード数, 素材物性値, Hc 絶対値合計 ($|+Hc|+|-Hc|$), Kc と kc の絶対値合計 ($|+Kc|+|-Kc|$), の関係について単相関で検討した. その結果, ノード数 N と各曲率 (kc , Kc の絶対値合計 ($|+Kc|+|-Kc|$)), Hc の絶対値合計 ($|+Hc|+|-Hc|$)

) の間には単相関関係がみられた. 特に各曲率の合計とノード数の合計にはそれぞれ高い単相関がみられた. (合計 N と $|+Kc|+|-Kc|$: $r=0.73$, 合計 N と $|+Hc|+|-Hc|$: $r=0.93$)

72 着のスカートの物理的・感性的評価の合計 25 項目について主成分分析をした結果, 累積寄与率が 86.73% という高い値で 4 つの成分が抽出された. 第 1 主成分 (寄与率 55.15%) は曲率値・ノード・重さ×裾量と感性的評価, 第 2 主成分 (12.78%) は主な素材, 第 3 主成分 (10.89%) は感性的イメージ評価ノードの不均一性, ノードの美しさ, エレガント・シック系, 第 4 主成分 (7.91%) は物理的評価値のガウスと測地的曲率とカジュアル系の成分に分けられた. 主成分得点を用いてクラスタ分析を行った結果, 4 つのクラスタに分類され, スカートの種類とその感性的イメージや曲率値および素材の特性が把握できた. クラスタ 1 は, 3 モデルの素材 F (トワル) で作られたフレアースカート全 9 着のグループで, やわらかい素材イメージで, 曲率値は平均的で素材特性 (厚さ, 重さ, 曲げ合成, 静的ドレープ係数) が非常に小であった. クラスタ 2 は, ノード数の平均値がやや高く, フレアーの N が大きいイメージで, ガウスの測地的曲率, 平均的曲率が大きく, ノード数もやや大きかった. クラスタ 3 は, ノードの美しさがやや高く, 素材 F を除く Flare1~2 のみで構成され, 20 代と 40 代モデルが多いグループであった. クラスタ 4 は, はり, やわらかさ, モダン・シャープ系, ベーシック・レトロ系が高く, はりがあり, かたいスカートのイメージでモダン・シャープ, ベイシック・レトロと評価され, 曲率値が小さく, ノード数が最も小さい全モデルのタイトスカートのグループであり, デザインイメージについては, クラスタ 1~3 がレディ・フェミニン系, クラスタ 4 はモダン・シャープ系の評価が高いことが特徴として捉えることができた.

(4) 本研究の成果のまとめと今後の課題

本研究ではこれまで多くの画像や, 物理的なパラメータを用いて表現していたスカートの形状把握を, 3 つの幾何学的特徴量 (点集中のガウスの曲率 (Kc), 点集中の測地的曲率 (kc) として点集中の平均曲率 (Hc)) により表現が可能であることを示した. このことは, 今後の ITC を活用した, ファッションオーダーシステムを構築する際に, プログラムの長さ, 開発時間を大幅に効率化できることを予見しており, 超高齢化に進行する日本人の豊かな衣生活を支えるインフラストラクチャーとなりうると考えられる.

本研究課題では, 前述の通りに基本的な幾何学的特徴量により, 一般消費者が望む感性的な表現までもが推測できることを示した. 今後は成果の(1)で得られた, 着装シミュレーションソフトウェア上での幾何学的特徴量

を早期に抽出し、実際に作製したスカートとの比較を行うことが急務であると考えており、鋭意計算を行っているところである。

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 4 件)

(査読有の雑誌論文)

1. Tomoe MASUDA, Minami WADA, Kaori MURAKAMI, Hiroko YOKURA, Extraction of 3D Tight and Flared Skirt Curved Shapes by Relating Sensitivity Images and Physical Properties with 3D Curvature Values, Journal of Textile Engineering, Vol. 64(1), 1-10 (2018). DOI: <https://doi.org/10.4188/jte.64.1>
2. Tomoe MASUDA, Surface Shape Features of 3D Tight-Fitting Skirts Using Angle Curvatures in Virtual Reality, Journal of Textile Engineering, Vol.63(5), 121-129 (2017). DOI:<https://doi.org/10.4188/jte.63.121>

(国際会議の査読有 Proceedings)

3. Tomoe MASUDA, Minami Wada, Construction of an Automated Garment Pattern Development and 3D Fitting Simulation System in Virtual Reality (Part 1) Representation of the Surface Shape Features of Tight Skirts by means of Angle Curvatures with the System, XXIII IFHE 2016 World Congress, Korea(2016). オープンアクセス URL, https://he.ifhe.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1528940915&hash=acb470da6e154610a22e4c098c6ba02bde73d420&file=fileadmin/user_upload/redaktion-he/Congress_2016_Papers/52_MASUDA.pdf
4. Tetsuya DANNO, Tomoe MASUDA,

Minami WADA, Construction of an Automated Garment Pattern Development and 3D Fitting Simulation System in Virtual Reality (Part 2) Automated Pattern Development of Flare Skirts from Tight Skirts to Verify the Curvature Angle Treatments with Actual Production, XXIII IFHE 2016 World Congress, Korea(2016). オープンアクセス URL, https://he.ifhe.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1528940915&hash=4d426f7a975158177fb36b2c70f21f8ef0a48d53&file=fileadmin/user_upload/redaktion-he/Congress_2016_Papers/51_DANNO.pdf

[学会発表] (計 2 件)

上記 Proceedings 国際家政学会 2016, 韓国

[その他]

ホームページ等

(未来型オーダーメイドショッピングのページ) <https://i-designer.com/MieUniv/Page1.html>

(研究紹介) http://www.ihcs.otsuma.ac.jp/files/iHCS_Newsletter_No05.pdf

6. 研究組織

(1)研究代表者

團野 哲也 (DANNO, Tetsuya)
大妻女子大学・家政学部・教授
研究者番号： 80275437

(2)研究分担者

増田 智恵 (MASUDA, Tomoe)
三重大学・教育学部・教授
研究者番号： 60132437