

関西学院大学 研究成果報告

2021年 3月16日

関西学院大学 学長殿

所属：理工学研究科
職名：博士研究員
氏名：山崎 陽一

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	<input type="checkbox"/> 特別研究期間 <input type="checkbox"/> 自由研究期間 <input type="checkbox"/> 大学共同研究 <input type="checkbox"/> 個人特別研究費 <input checked="" type="checkbox"/> 博士研究員 ※国際共同研究交通費補助については別様式にて作成してください。
研究課題	感性価値実現に向けた触感定量化に関する研究
研究実施場所	関西学院大学 神戸三田キャンパス
研究期間	2020年 4月 1日 ～ 2021年 3月31日 (12ヶ月)

◆ 研究成果概要 (2,500字程度)

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

今年度は、感性価値実現に向けた触感定量化をテーマとして、定量化の基盤要素である、普遍的かつ触感と親和性の高い接触対象物の物性の数理的表現方法の研究開発に従事した。本報告では、対象物表面を撫でた際に得られる触感と関係する表面形状の数理的表現とその妥当性検証に関する結果を示す。この成果は、来年度、触感研究における最大規模の国際会議である IEEE World Haptic Conference 2021 における発表を予定している。

< 研究背景と目的 >

触感の定量化については、繊維・化粧品業界において定量評価への関心が高く、KES (Kawabata Evaluation System) で知られる触感評価システムが開発されている(川端, 1991)。KESは機械試験的手法により得られた物性を触感と結びつけることで定量化を実現している。触感の定量化に関する研究の多くはこの文脈に則り実施されているが、その成果は研究対象にのみ言及されるものであり、普遍的な触感定量化の実現に結びついていない。

また、指と対象物が接触した際に生じる相互作用に着目した定量化が試みられており、指で物体表面を撫でた際に発生する振動を指標化することで触感評価が可能となっている(山崎, 2017)。この定量化の方針は、対象物が提供する触感を評価するといった観点からは優れているが、指と対象物の相互作用のメカニズムは複雑であり、相互作用により生じる物理量と対象物の物性との関係を説明することは困難である。

本研究では、触感と対象物の物性の両方と親和性の高い物性の表現形態である中間表現の研究開発に取り組んだ。本報告では、対象物表面を撫でた際に得られる触感について、その形成に係る表面形状の特徴量化手続きを中間表現として開発した結果を示す。

＜中間表現の検討＞

表面形状の特徴量抽出手続き 指が凹凸のある表面に触れた際、指腹の変形の限界から一定の深度より深い部分には接触しない(相澤, 2017)。この指腹が接触しない領域の凹凸は、指の振動形成に寄与しない情報であり、この情報を除くことで触感と親和性の高い表面形状の特徴量を抽出できると考え、この観点に基づいた特徴量の抽出手続きを開発した。ここで指腹が接触可能な表面からの凹凸の深さを接触可能深度と呼び、手順は次の通りである。手順1: 表面形状を測定することで得られたハイトマップデータ(2次元の凹凸パターン)に対して、表面か接触可能深度を0となるようなベースラインの調整と負の深度を0とする。手順2: ハイトマップデータを、撫でる方向に対して1次元の深度系列が並んでいるものとして、各系列の空間周波数特性としてパワーを算出する。手順3: 手順2で算出した各系列のパワーについて、代表周波数毎に近傍平均を算出する。

特徴量の妥当性検証 特徴量は表面形状を手続きに従い変換することで得られるものであり、対象物の物性と親和性は高い。さらに触感との親和性について検証した。具体的には、15種類のPP樹脂のシボサンプルを対象に、特徴量抽出、20名の実験参加者より得られた同サンプルを対象とした主観評価結果からの触感因子の抽出、特徴量が触感因子を精度良く表現できるかを確認した。なお、サンプルの触感はシボの触感を代表する24語(厚い、細かい、規則的な、揃っている、軽快な、不均一な、スポーティな、平らな、きめが粗い、若々しい、安定した、プログレッシブな、荒れた、滑りにくい、無骨な、気持ち良い、触り心地の良い、乾いた、ざらざらした、良い、癖になる、丈夫な、ふわふわした、硬い)について感じる度合いを5段階評価することで得られたものである。また、代表周波数は、0.1~0.9、1~10、15、20、25、30 [cycle/mm]の23点を設定した。

主観評価結果に対して因子分析を適用することでシボ触感を規定する「きめ感」「しっとり感」「硬軟感」の3因子と各因子のスコアを得た。各触感の因子スコアを従属変数、抽出した特徴量(2次元)を独立変数とした重回帰分析を実施し、全ての触感因子を特徴量により高い精度で表現できており(「きめ感」「しっとり感」「硬軟感」の決定係数はそれぞれ0.91、0.98、0.86)、特徴量は触感に対しても高い親和性を持つことを確認した。

特徴量の表現範囲の検証 前述の検証により触感と表面形状の関係を表す数理モデルが得られた。この数理モデルは、表面形状からの触感予測を可能にする。しかし、このモデルはPP樹脂サンプルから導かれたもので、樹脂以外の素材に適用できるかは分からない。そこで、比較的硬質で樹脂素材と質感が近く、規格が明瞭な帆布を対象にした検証を実施した。

検証では、まず株式会社タケヤリの帆布生地見本帳の10サンプルを対象にした特徴量抽出と触感予測を実施した。帆布は号数によりタテ糸、ヨコ糸のタテ糸の撚り数や密度が規格化されており基本的に号数が大きくなるほど表面の粗さは低下する。帆布の表面形状をワンショット3D形状測定機(Keyence社, VR5000)により計測し、そこから触感を予測した。結果、帆布の号数が小さくなると粗さ感を関係が深い「きめ感」が大きくなる傾向を表現できており、帆布のような比較的硬質な布地の触感表現において開発した特徴量による表現が有効であることが明らかになった。

応用展開に向けた検討 本研究で開発した触感と対象物の物性の両方と親和性の高い中間表現は、感性価値から触感そして製造までをシームレスに繋ぐための基盤要素である。応用としては、物理量からの触感予測に留まらず、所望の触感を実現する物性や製造パラメータの推定も可能になる。本年度は、所望の触感実現に向けた技術開発も推進した。一例として、3Dプリンタにより3次元構造をデザインすることで所望の物性を実現するメタマテリアル技術に関して、触感と製造パラメータの関係についての分析を実施した。

以上

提出期限：研究期間終了後2ヶ月以内

※個人特別研究費：研究費支給年度終了後2ヶ月以内 博士研究員：期間終了まで

提出先：研究推進社会連携機構(NUC)

※特別研究期間、自由研究期間の報告は所属長、博士研究員は研究科委員長を経て提出してください。

◆研究成果概要は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は研究推進社会連携機構までご連絡ください。