

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月6日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00387

研究課題名(和文) 視覚・触覚物理特性に基づく感性的質感の推定と表現

研究課題名(英文) Estimation and Expression of Kansei Aspect of Shitsukan Based on Visual and Tactile Physical Properties

研究代表者

飛谷 謙介 (Tobitani, Kensuke)

関西学院大学・理工学研究科・博士研究員

研究者番号：50597333

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：「しっとりした」や「高級感のある」といった素材に対する高次の印象は感性的質感と呼ばれる。こうした感性的質感の定量化・指標化技術、あるいは表現技術に対する社会的要請が、ものづくりや芸術分野など多方面において高まっている。

本研究では、視覚だけでなく触覚に着目し、触覚を表現する物理特徴量を新たに提案し、モデルに組み込むことで、視触覚の相互作用を考慮した新しい感性的質感評価モデルを提案した。本モデルにより、物理特性から感性的質感を推定することや、逆に感性的質感から必要な物理特性を特定することが高精度に可能になった。さらに、本技術をシボ板のデザインへ応用し、その有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、個人性や多義性がある人間の感性を精度よく表現可能な、汎化性能が高い感性的質感評価モデルの構築という課題を解決し、人間の感性を機械が真に学習できるかという学術的な「問い」に対して大きく貢献する。また社会的には、ユーザーニーズの多様化が進み、プロダクトのカスタマイズ化やパーソナル化が求められる中、人の嗜好や満足を的確に把握し、それを具体的なデザインに展開することを可能にする。これにより、大規模な生産者である製造業において、多様な顧客の要求に細かく対応した効率的な生産が可能になる。

研究成果の概要(英文)：The high-order impressions of materials such as "moist" and "luxury" are called kansei aspect of shitsukan. There is a growing social demand for techniques to quantify and index kansei aspect of shitsukan in various fields such as manufacturing and the art field. In this research, we focused on not only vision but also haptic, newly proposed the new kansei aspect of shitsukan evaluation model considering the interaction of visual and tactile sense. With this model, it has become possible to estimate kansei aspect of shitsukan from physical characteristics with high accuracy, and conversely to identify necessary physical characteristics from kansei aspect of shitsukan. Furthermore, this technology was applied to the design of the emboss board and its effectiveness was confirmed.

研究分野：感性工学、感性情報学、コンピュータビジョン

キーワード：テクスチャ解析 テクスチャ生成 視触覚相互作用

様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「しっとりした」や「高級感のある」といった素材に対する高次の印象は感性的質感と呼ばれる。こうした感性的質感の定量化・指標化技術、あるいは表現技術に対する社会的要請が、ものづくりや芸術分野など多方面において高まっている。

感性的質感に関わる技術要素は、主に3つに分けられる。1つ目は素材表面の物理特性であり、2つ目は素材表面に対してヒトが感じる印象である。そして3つ目は、印象から喚起されるヒトの心的状態であり、美しい・汚い、好き・嫌いといった価値を含む感性(感性価値)である。1つ目の素材表面の物理特性に関しては、視覚的には、BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function, 双方向反射率分布関数)の研究としてこれまで盛んに行われてきた。提案されてきたBRDFモデルにはWard, Ashikhmin & Shirley, GGX (Walter, 2007) などがあり、素材の近似精度の関係について論じられている (Ngan, 2004)。また触覚的には、5種類の触覚的質感とその知覚メカニズムが明らかになっているが(永野ら, 2011), これらの知覚メカニズムに基づいた物理特性の計測手法は確立していない。そのため、現在は素材ごとに制御可能な物理特性と質感の対応関係をみる研究が行われているのみである。2つ目の素材表面の印象については、質感を視覚的・触覚的に評価し、粗い滑らかな、硬い柔らかいなどの評価次元を構成した研究がアパレル分野等で行われている。これらの研究から、質感は、触覚や視覚など複数の感覚モダリティで構成されることが明らかになっている。しかし3つ目の感性価値に言及した研究は少なく、落ち着き感(感性)がすっきり(印象)と、自然らしさ(感性)が規則性(印象)と関連するといった研究が建築分野で行われているのみである。さらにこれらの関連性、すなわち物理特性と印象と感性価値の関係について明らかにした研究はほとんど見られない。よく知られている川端らのKESシステム(風合い計測, 1970)の研究は、単一のモダリティにおける物理特性と印象の関係を明らかにしたものと言える。しかしながら、視覚・触覚的物理特性の相互作用を考慮し印象や感性価値を推定する研究は行われていない。

2. 研究の目的

以上を踏まえ、本研究では、視覚だけでなく触覚に着目し、触覚を表現する物理特徴量を新たに提案し、モデルに組み込むことで、視触覚の相互作用を考慮した新しい感性的質感評価モデルを提案する。以上により、より高精度で物理特性から感性的質感を推定する技術や、逆に感性的質感から必要な物理特性を特定する技術を実現する。さらに本技術を自動車内装材のシボ板のデザインへ応用し、所望の感性的質感を有するシボデザインを自動生成する枠組みを開発する。

3. 研究の方法

(1) 視覚に関する感性的質感評価モデル構築およびテクスチャ生成

視覚に関する感性的質感(視覚的質感)の理解・制御の実現の一環として、自動車内装材のうちシボ板を対象に、所望の視覚的質感を有するテクスチャ画像生成手法およびテクスチャ画像から感じる視覚的質感推定手法を提案した。その際、テクスチャ画像における視覚的質感と物理特徴との関係性を精度良くモデル化するため、テクスチャ画像の特徴量として、画風変換アルゴリズムにおいて提案された画像の色・パタン情報等を表現するスタイル特徴を使用した。このスタイル特徴がテクスチャ画像における視覚的質感と関連が強いと仮説を立て、視覚的質感の推定およびテクスチャ画像生成を行った。

提案手法のフローを図1に示す。まず、主観評価実験および因子分析によりテクスチャ画像から感じる視覚的質感の指標化・定量化を行った。次に、上記のテクスチャ画像を対象に、一般物体認識に用いられるCNNであるVGG-19を用いて、テクスチャ特徴量であるDeep correlation featureの抽出を行った。その後、Deep correlation featureに含まれるスタイル特徴(Gram matrix)に着目し、定量化された視覚的質感とスタイル特徴との関係性をモデル化し、視覚的質感の推定を実現した。さらに、得られたモデルに基づき、所望の視覚的質感を有するスタイル特徴の推定および推定特徴量に基づくテクスチャ画像生成を行うことで実現した。

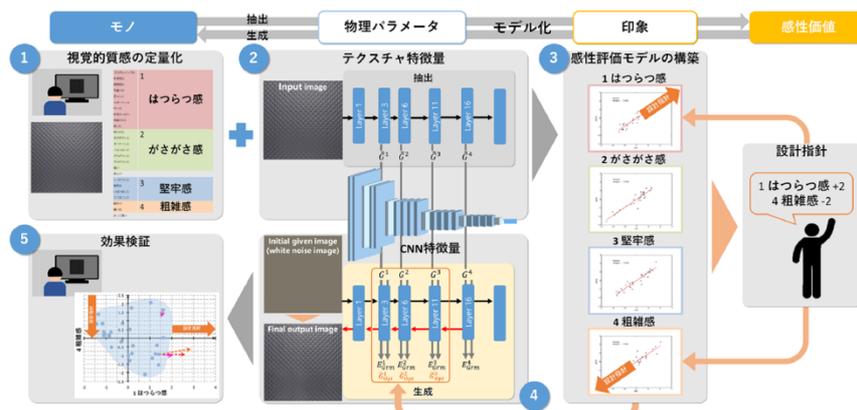


図1 研究フロー(視覚的質感)

(2) 触覚に関する感性的質感の評価モデル構築およびハイトマップ生成

所望の触覚的質感を有する表面形状を自動生成する枠組みの実現を目的とし、①シボ板に対する触覚的質感の指標化・定量化、②定量化された触覚的質感とシボ板の物理特性との関係性のモデル化、③得られたモデルを用いた所望の触覚的質感を有する表面形状（ハイトマップ）を生成する手法の開発、の研究課題をそれぞれ実施した。提案手法のフローを図2に示す。

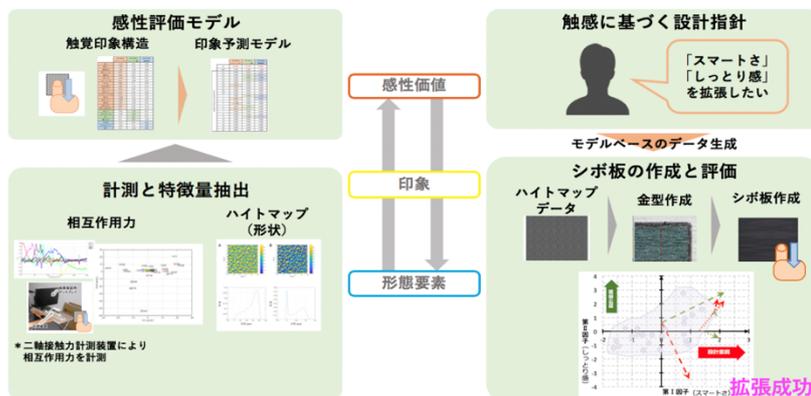


図2 研究フロー（触覚的質感）

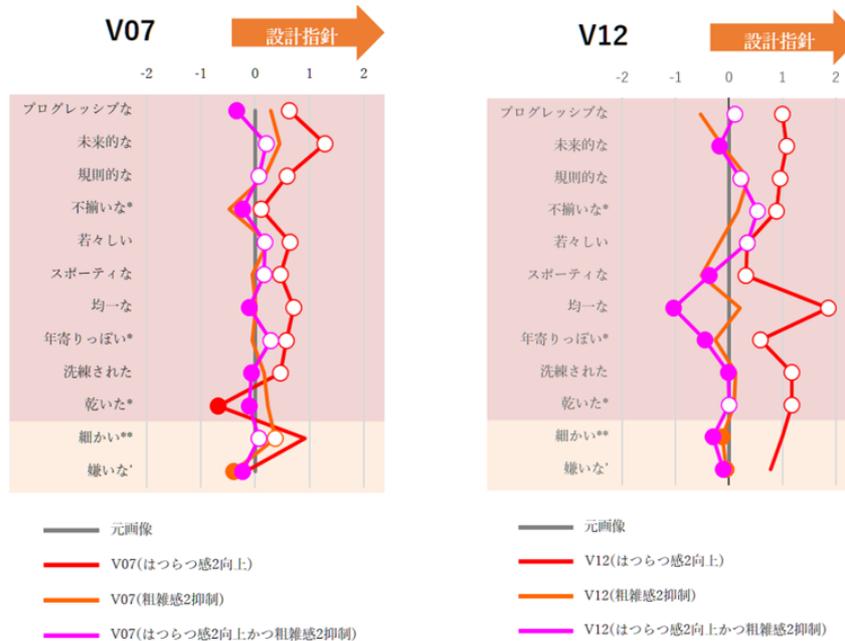
(3) 感性的質感認知における視触覚相互作用

感性的質感認知における視触覚情報統合様式の違い、特に視触覚相互作用の類型を明らかにすることを目的とし、まず、MD法を用いた主観評価実験を行い、先行研究から収集した評価語対をモダリティの関連度によって分類した。次に、分類された評価語対を用いて距離測定実験を行うことで、主観評価実験に使用する網羅的かつ代表的な評価項目を選定した。また、触覚のみを用いた主観評価実験および物性計測実験を行い、主観評価実験における触察方向を決定した。選定された評価項目と決定した触察方向を用いて、視覚、触覚、視触覚の三条件による主観評価実験を行い、布から感じる感性的質感を定量化した。

4. 研究成果

(1) 視覚に関する感性的質感評価モデルの有効性検証

提案手法により生成されたテクスチャ画像の印象が設計指針通りに変化しているかを検証するため主観評価実験を行った。感性的質感を変化させた6種類のテクスチャ画像およびそれぞれの元画像の計8種類のテクスチャ画像を実験刺激として使用した。その結果、図3に示すように主に第1因子「はつらつ感」に含まれる評価項目において設計指針通りの印象の変化を確認した。以上より、具体的な視覚的質感を表現する評価語レベルにおいて本手法の有効性を確認した。



*: 因子負荷量が負の項目、軸を反転 **: 因子負荷量が負の項目、軸の反転無し *: 因子負荷量が正の項目、軸を反転

図3 有効性検証実験結果（視覚的質感）

(2) 触覚に関する感性的質感評価モデルの有効性検証

生成したハイトマップデータが目標とした触覚的質感の拡張に成功したかの検証を目的とし、生成したハイトマップデータに基づいたシボ板の制作し、それを用いた主観評価実験を行った。その結果、図4に示すように、所望の触覚的質感を拡張できることを確認した。また、正の方向のみの強調ではあるが、その効果の大きさは元となるシボ板の因子得点が低いほど大きくなる傾向にあることを確認した。

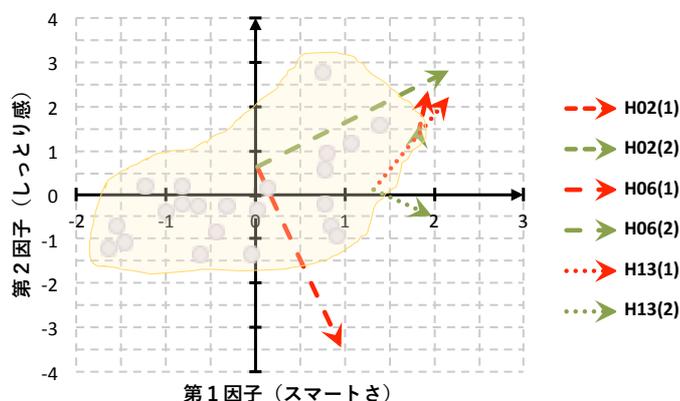


図4 有効性検証実験結果 (触覚的質感)

(3) 視触覚相互作用の類型化

主観評価実験の結果から、視触覚相互作用を表現する相互作用項を含む複数のモデルを用いて、目的変数を視触覚条件の評価値、説明変数を視覚、触覚条件の評価値および相互作用項とする重回帰分析を行い、AIC 基準によって最適なモデルを選択し、そのモデルの相互作用項を評価項目ごとに比較した。

選択されたモデルを比較した結果、モデルの相互作用項が評価項目ごとに異なり、評価項目により視触覚相互作用が異なることが確認された。さらに、データが多く存在する、視覚条件の評価値と触覚条件の評価値が同符号の場合に着目すると、視触覚相互作用、「不快な-快適な」などの高次な印象を表現する評価項目の場合は、評価項目の両方の印象を増強する働きを、「硬い-柔らかい」などの低次な印象を表現し、触覚に強く依存する評価項目の場合は、評価項目のどちらか一方の印象を増強する働きを、「不均一な-均一な」などの低次な印象を表現し、視覚にも依存する評価項目の場合は、評価項目のどちらか一方の印象を抑制する働きを持つことが示唆された。このため、視覚条件と触覚条件の評価値が同符号の場合の視触覚相互作用の、3つの類型が明らかになった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

1. 谿雄祐・飛谷謙介・村松慎介・小林伸次・長田典子 (2018). ベースメイクの自己評価に関わる肌質感に対する心理的な評価構造 (肌意識) の年代間差, 日本顔学会論文誌, 18(2), 37-45. 査読有
2. 飛谷謙介・松本達也・谿雄祐・藤井宏樹・長田典子 (2017). 素肌の質感表現における印象と物理特性の関係性, 映像情報メディア学会誌, 71(11), 259-268. 査読有

[学会発表] (計17件)

1. Fujiwara, T., Tani, Y., Takemoto, A., Tobitani, K., & Nagata, N. (2019). Interaction of visual and haptic impressions in visuo-haptic texture cognition, 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE).
2. Takemoto, A., Tobitani, K., Tani, Y., Fujiwara, T., Yamazaki, Y., & Nagata, N. (2019). Texture synthesis with desired visual impressions using deep correlation feature, 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE).
3. Takemoto, A., Fujiwara, T., Tobitani, K., Tani, Y., & Nagata, N. (2018). Comparison of visual impression given by texture of real surfaces and synthesized images, The 11th IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis 2018).
4. Fujiwara, T., Takemoto, A., Tani, Y., Tobitani, K., & Nagata, N. (2018). The integration of visual and haptic impressions felt from synthetic resin texture, The 11th IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis 2018).
5. Tobitani, K., Matsumoto, T., Tani, Y., & Nagata, N. (2018). Modeling the relation between skin attractiveness and physical characteristics, Proc. the 2018 International Joint Workshop on Multimedia Artworks Analysis and Attractiveness Computing in

Multimedia (MMArt&ACM'18).

6. 竹本敦・飛谷謙介・谿雄祐・藤原大志・山崎陽一・長田典子 (2018). CNN のスタイル特徴を用いた感性的質感を制御可能なテクスチャ生成手法, ビジョン技術の実利用ワークショップ (ViEW2018) 講演論文集.
7. 谿雄祐・藤原大志・竹本敦・飛谷謙介・井村誠孝・長田典子 (2018). 印象の多感覚統合における重みと情報源の信頼性の関係, 日本基礎心理学会第 37 回大会プログラム.
8. 山崎陽一・谿雄祐・飛谷謙介・井村誠孝・長田典子 (2018). 樹脂板における触感と表面形状の関係解析, 電気学会研究会資料, 知覚情報・次世代産業システム合同研究会.
9. 竹本敦・飛谷謙介・谿雄祐・藤原大志・山崎陽一・長田典子 (2018). Deep Correlation Feature を用いた感性的質感を制御可能なテクスチャ生成手法, 第 13 回日本感性工学会春季大会.
10. 藤原大志・竹本敦・谿雄祐・飛谷謙介・長田典子 (2017). 樹脂表面の質感評価における視触覚情報統合様式の検討, 第九回多感覚研究会.
11. 藤原大志・竹本敦・谿雄祐・飛谷謙介・長田典子 (2017). 樹脂表面テクスチャにおける視触覚的質感のモデル化, 2017 年度第 45 回画像電子学会年次大会.
12. 竹本敦・藤原大志・飛谷謙介・谿雄祐・長田典子 (2017). 樹脂表面テクスチャの実物体と CG 画像における印象構造, 2017 年度第 45 回画像電子学会年次大会.
13. 飛谷謙介・松本達也・谿雄祐・藤井宏樹・長田典子 (2017). 素肌の質感表現における印象と物理特性の関係評価, 第 23 回画像センシングシンポジウム (SSII2017).
14. 山崎陽一・飛谷謙介・谿雄祐・井村誠孝・長田典子 (2017). 触感と摩擦力の経時的特徴の関係, 電気学会研究会資料, 知覚情報・次世代産業システム合同研究会.
15. 松本達也・飛谷謙介・谿雄祐・藤井宏樹・長田典子 (2016). 素肌の質感表現における印象と物理特性の関係性評価, フォーラム顔学 2016, 日本顔学会誌, 16(1).
16. 谿雄祐・飛谷謙介・村松慎介・長田典子 (2016). 顔の肌質感の自己評価と年齢の関係, フォーラム顔学 2016, 日本顔学会誌, 16(1).
17. 浅井健史・谿雄祐・飛谷謙介・山元裕美・長田典子・岡田明大 (2016). ふきとり化粧水の印象と価値に関する共分散構造モデルの構築, 第 18 回日本感性工学会大会予稿集.
18. Matsumoto, T., Tobitani, K., Tani, Y., Fujii, H., & Nagata, N. (2016). An evaluation of the relationship between impression and the physical properties of human skin, ACM SIGGRAPH 2016 Posters (SIGGRAPH '16).

6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：谿 雄祐

ローマ字氏名：Yusuke Tani

研究協力者氏名：山崎 陽一

ローマ字氏名：Yoichi Yamazaki

研究協力者氏名：井村 誠孝

ローマ字氏名：Masataka Imura

研究協力者氏名：長田 典子

ローマ字氏名：Noriko Nagata

研究協力者氏名：竹本 敦

ローマ字氏名：Atsushi Takemoto

研究協力者氏名：藤原 大志

ローマ字氏名：Taishi Fujiwara

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。