

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700192

研究課題名(和文) 触察行動を誘引するテクスチャの包括研究：触れてみたくなるテクスチャの理解と設計

研究課題名(英文) Comprehensive research on haptic invitation: Understanding and designing textures that appeal to human touch

研究代表者

岡本 正吾 (OKAMOTO, SHOGO)

名古屋大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：10579064

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ついつい人が素材の表面に触れてみたくなるという、触察行動の誘引現象に関し、次の4点について成果をあげた。第一に、人が素材に触れてみたいと感じる程度の指標化(触察行動誘引の度合い)およびその調査方法を提案し、妥当性を検証した。次に、材質感因子の組み合わせにより触察行動誘引の度合いが説明されることを実験的に示した。つまり、触察行動の誘引現象が、素材表面の質感と関係することを明らかにした。さらに、誘引される触察行動の種類(押す、擦るなど)と、素材の質感に確率的な関係性があることを実験的に示した。最後に、誘引される触察行動の種類が、素材の質感を合理的に調査するに適していることが分かった。

研究成果の概要(英文)：This study addressed the four research topics concerning haptic invitation, a phenomenon with which object surfaces appeal to human touch. First, this study proposed and validated a new index for evaluating to what degree humans feel inclined to touch the surface (the degree of haptic invitation). In addition, it was experimentally shown that the combination of human sensory factors can describe the degree of haptic invitation to the extent of 75%. In other words, haptic invitation is intimately related with human perception of object surfaces. Furthermore, invited touch motions such as push or stroke, and the sensory evaluations of textures are stochastically modeled. Finally, visually prominent textures were turned out to invite human touch, which are psychophysically effective to probe the prominent properties of the texture.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：ハプティクス 質感 触感 触察 確率推論

1. 研究開始当初の背景

人はついつい素材の表面に触れてみたくなることがある。例えば、よく研磨された金属表面や適度な凹凸面を見た際に、無意識に触察行動が誘引されることがある。このような触察行動を誘引するテクスチャは、ヒューマン・インタフェースとして大きな可能性を秘めているにも関わらず、これまでに未開拓であった。触れたいという動機については、商品の購買を決定する目的で、商品を触察する欲求が研究されているが、申請者らの知る限り、触れてみたくなるテクスチャを工学的に取り扱った例はこれまでになかった。また、快適性や機能面の観点から、素材に対する人の好みを研究した例は多いが、触察行動の誘引には踏み込んでいなかった。

2. 研究の目的

(1) 触れてみたくなるテクスチャの設計法の確立と検証

日常で接する多くの素材の物理因子と材質感因子(官能評価で定義される)の組合せから、テクスチャの触れてみたさの度合いを設計する手法を構築する。

(2) 触れてみたさの度合いを表わす指標の開発と計測方法の確立

テクスチャが誘引する「触れてみたさ」という心理量の指標(誘引の度合)が、当該分野の発展には不可欠である。順位付けから間隔尺度を構成する手法の評価を行う。さらに、採点方式に基づく指標も導入し、指標間の関係を明らかにしつつ、指標の計測方法を標準化する。

(3) 触察行動(触れ方)とテクスチャ特徴量の関係の確率モデル化

触察行動を誘引するテクスチャの本質は、「テクスチャによって触り方が変わってしまう」という点である。この人間の行動量を研究対象に含め、何が触り方を決定するのかを理解する。誘引の度合いと、行動量(手の到達速度、押す・なでるなどの触れ方)の関係を分析し、両者の結びつきを確率推論モデルにて定量化する。

(4) 触察行動を誘引する起源の特定

本研究課題は、テクスチャの設計と利用という枠組みにとどまらず、触察行動を誘引するものの起源を追究する。先に獲得された確率モデルを分析することで、この起源を調査する。

3. 研究の方法

(1) 触れてみたくなるテクスチャの設計方法の確立と検証

心理学実験をもとに、触れてみたくなるテクスチャを設計する方法を開発した。数種類の素材について、その表面の物理因子(表面粗さ・光沢など)を制御し、物理因子と触れてみたさの関係性を得た。両方の実験結果から、多変量解析の手法を用いて、素材の種類と、物理因子の組合せから、誘引の度合を設

計可能な関係式を決定した。

(2) 触れてみたさの度合いを表わす指標の開発と計測方法の確立

正規化順位法を用いて、触察運動誘引の指標を開発した。実験参加者は多数のテクスチャに触れてみたいと感じる順に並べる。この順位に正規化順位法を適用し、順位尺度から間隔尺度を構成した。

(3) 触察行動とテクスチャ特徴量の関係のモデル化とその活用

官能評価にて特定されたテクスチャの材質感および、テクスチャによって異なる触れ方(触察行動)を観察し、ベイジアンネットワークを用いて、人の行動量の確率モデルを構築した。人の行動量として、手のアプローチ速度(カメラで計測)、視線(視線検出計で計測)、なでる・押すなどの触れ方(力センサにて計測・分類)の違いを用いた。行動量および、テクスチャの特徴量を学習データとして、モデルの構造を決定し、検証実験を通して、構築したモデルの妥当性を確認した。

(4) 触察行動を誘引する起源の特定

先のベイジアンモデルを用いて、材質感と触察行動の確率的関係を調査した。これらの確率的結びつきを精査することによって、材質感が何故、どのような触察行動を誘引するのかを調査し、有力な仮説に到達した。

4. 研究成果

(1) 触れてみたくなるテクスチャの設計法の確立と検証

素材表面の見た目から判断される材質感および素材の物理特性を用いて、触察行動の誘引の度合いが7-8割程度説明されることが判明した。図1のように、素材表面の光沢感や凹凸感は触れてみたさに大きく影響するが、素材の色の影響は小さいという結果が示された。

(2) 触れてみたさの度合いを表わす指標の開発と計測方法の確立

人は触れてみたさの度合いのような主観量を定量化して回答することは難しいが、素材に触れてみたさについて比較することは可能である。したがって、順位付けに基づく定量化方法が適当であると考え、正規化順位法に基づく、指標を導入した。追実験で、素材に人が触れる様子を観察したところ、人が素材に触れる回数と、この指標は良好な相関関係があり($r = 0.75$)、触察行動の誘引現象を良く表す指標であることが確認された。

(3) 触察行動とテクスチャ特徴量の関係のモデル化とその活用

ベイジアンモデルを用いて、素材が誘引する触察行動および、その素材の材質感の関係を確率モデルで表現した(図2)。触察の種類と、素材の材質感には確率的な偏りが存在し、因果関係の有無が示唆された。

(4) 触察行動を誘引する起源の特定

先のベイジアンモデルから、表1の通り、触察と材質感の確率的関係が特定された。例

例えば、表面粗さの際立った素材は、擦る動作を誘発しやすい。柔らかく見える素材は、押す動作を誘発しやすい。これらの動作と材質感の関係は、人の触知覚メカニズムの観点から合理性があり、本研究の結果から、触察行動誘引のメカニズムについて、実験的・理論的証拠を伴う仮説が初めて提案された。仮説は、「材質感の際立った素材は触察行動を誘引し易い。また、誘引される触察行動は、際立った材質感を体験するに適している」である。

一連の研究は、触察行動の誘引という、大きな可能性を秘めているにも関わらず、これまで研究方法が存在しなかった領域を開拓したものである。誘引のメカニズムや応用については、さらなる研究が必要であるが、導入研究としての当初の目的は十分に達成された。

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6件)

① Hikaru Nagano, Shogo Okamoto, and Yoji Yamada, Haptic invitation of textures: Perceptually prominent properties of materials determine human touch motions, IEEE Transactions on Haptics, 2014. DOI: 10.1109/TOH.2014.2321575. 査読有。

② Hikaru Nagano, Shogo Okamoto, and Yoji Yamada, Visual and sensory properties of textures that appeal to human touch, International Journal of Affective Engineering, vol. 12, no. 3, pp. 375-384, 2013. DOI: 10.5057/ijae.12.375. 査読有。

③ 永野光, 岡本正吾, 山田陽滋, 触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向, 日本バーチャルリアリティ学会誌, vol. 16, no. 3, pp. 343-353, 2011. 査読有。

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008749672>
http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/asi/ja/member/shogo_okamoto/

④ Hikaru Nagano, Shogo Okamoto, and Yoji Yamada, Haptic invitation of textures: An estimation of human touch motions, Haptics: Perception, Devices, Mobility, and Communication (Proceedings of the EuroHaptics 2012), Ed. P. Isokoski and J. Springare, Lecture Notes in Computer Science, vol. 7282, pp 338-348, 2012. 査読有。DOI: 10.1007/978-3-642-31401-8_31

⑤ Hikaru Nagano, Shogo Okamoto, and Yoji Yamada, What appeals to human touch? Effects of tactual factors and predictability of Textures on Affinity to Textures, Proceedings of the Fourth Joint Eurohaptics Symposium and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment

and Teleoperator Systems, pp. 203-208, 2011. 査読有。

DOI: 10.1109/WHC.2011.5945486.

⑥ Hikaru Nagano, Shogo Okamoto, and Yoji Yamada, Physical and sensory factors of textures that appeal to human touch, Proceedings of the 4th International Conference on Human System Interaction, pp. 324-329, Yokohama, 2011. 査読有。

DOI: 10.1109/HSI.2011.5937386

[学会発表] (計4件)

① 永野光, 岡本正吾, 山田陽滋, 触察行動を誘引するテクスチャ: テクスチャの際立ちが触察を誘引・決定する, 情報処理学会シンポジウム インタラクション 2013, pp. 133-140, 2013.

② 永野光, 岡本正吾, 山田陽滋, Haptic Invitation では合理的な触察動作が自動選択される, 第9回日本感性工学会春季大会, 3C-6, 2014.

③ 永野光, 岡本正吾, 山田陽滋, なぜ人は触れてみたいと思うのか - 第5報:, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1D4-1, 2012.

④ 永野光, 岡本正吾, 山田陽滋, なぜ人は降れてみたいと思うのか: 第四報 触察行動の確率推論, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012, 1P1-B05, 2012.

[図書] (計2件)

① 岡本正吾 (分担執筆), 一対比較法による粗さ試料の触感評価, 官能評価活用ノウハウ-感覚の定量化・数値化手法, 7章8節, 技術情報協会, 2014.

② 永野光, 岡本正吾 (分担執筆), 触覚テクスチャの材質感次元と知覚メカニズム, 触覚認識メカニズムと応用技術-触覚センサ・触覚ディスプレイ-【増補版】, 1章8節, 下条誠, 前野隆司, 篠田裕之, 佐野明人(編), S&T出版, 2014.

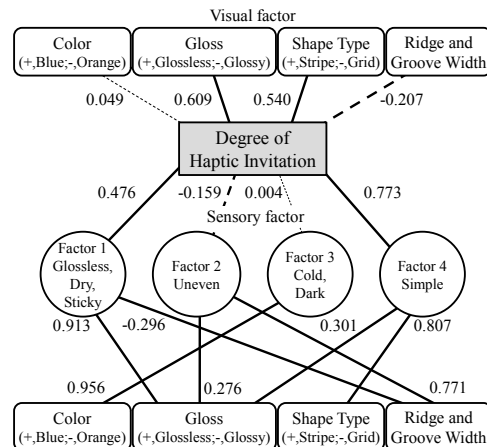


図1 触察行動誘引の度合と素材表面の見た目の材質感の関係

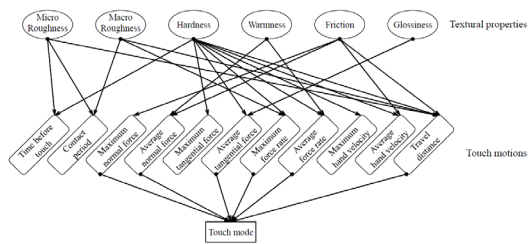


図 2 誘引される触察行動と素材の材質感の確率的関係

表 触察行動と素材の材質感の確率的関係

Touch mode	Property of texture	Representative materials
Push	Macro roughness: uneven (55%), Hardness: soft (55%) Warmness: warm (45%)	Fake woven leather, Sponge
Rub	Micro roughness: rough (51%), Hardness: hard (57%), Glossiness: glossy (55%)	Perforated aluminum, Woven wire mesh
Stroke	Micro roughness: rough (63%), Glossiness: glossless (54%)	Artificial grass, Coarse woven straw
Soft touch	Warmness: cold (45%)	Satin

〔産業財産権〕

なし。

〔その他〕

研究成果を公表しているホームページ
<http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/asi/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 正吾 (OKAMOTO, Shogo)
 名古屋大学・大学院工学研究科・助教
 研究者番号：10579064

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし