

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760127

研究課題名(和文)異なる感覚間の予測と実際の差を考慮した感性解析法の開発

研究課題名(英文)Development of Kansei analysis method based on expectation disconfirmation between different sensory modalities

研究代表者

柳澤 秀吉 (Yanagisawa, Hideyoshi)

東京大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：20396782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：質感などの感性品質の評価は、事前の期待(予測)との差に影響を受ける。また、事前の期待は、感性品質の知覚自体に影響する。この影響を期待効果とよぶ。本研究では、製品表面の触感を対象として、視覚による予測が触覚に与える影響を明らかにするための新しい評価・解析法を開発した。ハーフミラーを用いて、視覚と触覚情報を仮想的に合成することにより、任意の視覚情報を操作する装置を製作した。これを用いて、視覚予測ありとなしの場合の触覚評価を比較することにより、視覚予測の影響を抽出可能とした。さらに、主観確率分布の情報エントロピーを用いてあらわした予測の不確実性の値を閾値として期待効果の発生条件を示した。

研究成果の概要(英文)：Expectation disconfirmation affects an evaluation of product perceived quality. Prior prediction biases posterior perceptions of product quality. In this project, we developed a new methodology for evaluating and analyzing the visual expectation effect on tactile perceptions of surface texture. We created an apparatus that synthesizes any combinations of visual and tactile stimulus using a half mirror. We demonstrated that the method using the apparatus can quantitatively extract the visual expectation effect. We further discovered that the prediction uncertainty expressed using information entropy of subjective distributions works as an occurrence condition of expectation effect.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：設計工学・機械機能要素・トライボロジー

キーワード：感性設計 設計工学 期待学 クロスモーダル テクスチャ 期待効果 視覚予測 情報理論

1 . 研究開始当初の背景

製品の上質感や使用の快適性などの感性に評価を依存する品質（以下、感性品質と呼ぶ）は、技術要素への直接的な展開が困難なため、設計の目標自体が主観的で曖昧になりやすい。そのため、設計の上流段階において顧客の感性の構造を明らかにし、感性品質に対する要求を技術要素へ展開するための技術支援が望まれている。

上記の社会的要求に対し、これまでに感性品質の定量化を試みる研究が行われてきている。その多くは感性の一般化を目指し、評価対象に対する主観評価の平均と計測可能な設計属性との統計的な関係を導く方法に基づいている。しかし、感性は本質的に個人によって異なり多様である。また、顧客本人が気づいていない潜在的な感性が存在する。これらの問題に対し、研究代表者らは、これまでに感性の多様性および潜在性を考慮した感性品質の指標化手法を開発している。具体的には、被験者の評価傾向の類似性から評価語の意味構造と評価尺度の多様性について少数のパターンを抽出する方法を開発している。また、視線行動を用いて評価時における顧客の潜在的な視点を抽出し、注目する設計属性の多様性を考慮した感性分析手法を開発している。これらの手法により、設計者が顧客の感性の多様性、および顧客との感性の差異を明示的に把握する支援を実現し、産業への応用を通してその有効性を検証している。

一方、上記の一連の研究においては、感性情報として、被験者（顧客）が複数の評価サンプルを受動的に感受した際の反応を、主観評価、言語報告、および行動などから取得する方法に基づいていた。また、単一の感覚（たとえば、形状・配色は視覚、製品音は聴覚、テクスチャは触覚）にもとづく評価を前提としていた。しかし、実際の生活シーンにおいては、顧客が製品の感性品質について直接的な感覚を介して評価する前に、他の感覚を用いて事前に評価を予測する場合が少なくない。たとえば、感性品質として製品表面の触感を考えると、まず目視で触感を予測し、その後で触って（あるいは手にとって）実際の触感を確かめる。このことは、事前の予測に基づく評価の能動性と、異なる感覚に基づく事前・事後評価の考慮の必要性を意味している。

一般に、物事に対する主観的な評価は、事前の予測内容（期待）に影響されることが知られている。すなわち、事物の絶対的な評価だけでなく、それが期待以上か、期待通りか、期待以下かによって事後の主観評価が影響を受ける。主観評価に依存する感性品質においても同様であると考えられる。したがって、事前の予測と実際の差異が事後評価に与える影響を考慮した感性品質の設計が望まれる。たとえば、製品表面の触感の場合、見た

目から予想される質感や触った感覚の個別の品質だけでなく、実際に触った感覚との差が期待以上となる設計が求められる。これを実現するためには、個別の感覚による予測と実際の評価の差異が、総合評価にどの様に影響するかを明らかにする必要がある。さらに、個別の感覚による予測と実際の評価と、計測可能な設計属性の関係を明らかにし、予実差が事後評価に与える影響を定量的な設計属性で説明する評価・分析手法が求められる。

2 . 研究の目的

本研究では、製品表面に施されるテクスチャの質感を感性設計の対象として、視覚から触覚への状態遷移において、触る前の視覚による予測が、触った後の触覚の知覚に与える影響を定量的に評価、解析するための手法を開発する。事前の予測が事後の経験（知覚）に与える影響を「期待効果」とよぶ。期待効果は、事前予測と事後の経験知覚の差に影響する。この差が、期待不一致となり、感性品質（本研究の例では、質感）に対する満足度に影響する。期待効果の定量評価を可能とすることで、期待効果を見込んだ視覚と触覚の組み合わせ設計を支援する。

本研究期間においては、提案手法を確立するために、以下の項目を具体化する。

- (1) 見ているサンプルと異なるサンプルのテクスチャを触ることを可能とする装置を開発する。これにより、視覚予測と触覚の特性を独立に制御したサンプルの合成と、それらに対する官能評価を可能とする。
- (2) 予測が事後の評価に与える影響、すなわち期待効果を定量的に評価する方法を検討する。
- (3) 期待効果の発生条件を説明する数理モデルを提案する。これにより、期待効果の発生を予測する指針を得る。

3 . 研究の方法

- (1) 視覚と触覚で異なるサンプルを同時に合成提示する装置の開発

視覚と触覚による触感の予実差を考慮して新たなテクスチャを設計するためには、任意の視覚・触覚情報を仮想的に合成し、それらに対する感性評価をもとにした指標を抽出することが有効であると考えた。

視覚と触覚で異なる評価サンプルを同時に提示する方法として、図1に示す様に、ハーフミラーを用いた方法を検討した。この方法により、評価者は見ている視覚用サンプルとは異なる触覚用サンプルを触ることができ、視覚と触覚で異なるサンプルを合成することにより、予想と実際の差を人工的に操作する。

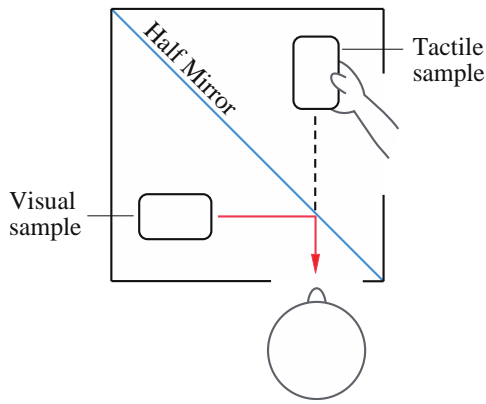


図1 ハーフミラーを用いた視覚と触覚のサンプルの合成

(2) 視覚の予測が触覚の知覚および評価に与える影響を評価・分析する手法の開発
 触覚のみの評価と、視覚予測後の触覚評価の差が、視覚予測による影響、すなわち期待効果であると考えた。そこで、以下の手順にもとづく評価・解析手法を検討した。
 ・評価サンプルを見せずに触るだけの条件で感性評価を実施することで、触覚により実感される触感の評価を取得する。
 ・(1)で示した、合成提示装置を用いて、同一の触覚サンプルに対して、異なる視覚サンプルを合成提示し、見てから触る条件で感性評価を実施し、質感の評価を取得する。
 ・触覚のみの評価と視覚予測を伴う評価の差を期待効果として抽出する。
 ・合成する視覚サンプルによる触感の差異を解析することで、触覚に影響する視覚因子を調べる。
 以上の評価手法を、工業製品に広く用いられるプラスチック・シボの触感評価に適用し、その妥当性を検証した。

(3) 期待効果の発生および強度の要因
 予測が不確実な場合には、期待効果は発生しない。言い換えれば、予測の不確実性がある程度低い場合に、期待効果が発生すると考えた。予測の不確実性を定量的に議論するために、予測を主観確率分布として捉える。そして、主観確率分布の情報エントロピーを不確実性の指標とする。
 本研究では、被験者に視覚のみで予想したテクスチャの触感と同等の触感と思われるサンプルを触覚のみで触る触感サンプル群の中から選択させた。そして、その回答頻度の分布を主観確率分布とし、情報エントロピーを計算した。また、(2)の方法を用いて、触感における期待効果を得た。
 視覚サンプルごとに、情報エントロピーと期待効果を求め、これらの関係性をみることで、情報エントロピーが期待効果の発生条件となっているかどうかを調べた。
 さらに、予測と実際の差が、驚きを生じさせ、期待効果の度合いに影響すると考えた。

そこで、主観確率分布の確率から計算される発生事象の情報量（確率の対数に反比例）を算出し、情報量と期待効果の度合いの関係性を調べた。

4. 研究成果

(1) 視触覚合成提示装置および期待効果の抽出

任意の視覚と触覚刺激を合成可能な提示装置を製作した。図2に、装置の概観を示す。図中1は評価させる触覚サンプル、2は仮想合成する視覚サンプル、3は触覚のみで触る基準サンプル、4はハーフミラー、5は視覚サンプル側の調光器対応のLED照明（1000lxに設定）、6は触覚サンプル側の調光器対応のLED照明（約150lxに設定）視覚サンプルは被験者に対して45°に傾いているハーフミラーの手前側、触覚サンプルは奥側に位置している。被験者からは視覚サンプルの像と触覚サンプルの位置が全く同じに見える。また視覚サンプル側の空間の照度を1000lx、触覚サンプル側の空間の照度を150lx程度に設定すると、見た目としては視覚サンプルが見えかつサンプルを触る手の状態を視認することができる。これによって、「見ているものを触っている」という感覚を向上させ、視覚サンプルの見た目で、触覚サンプルの触感を持つ1つのサンプルとして評価を行うことが可能となった。

この評価装置によって視覚と触覚を独立に変化させることを可能とした。これによりある触感に対して、様々な見た目を提示し評価させることが可能となり、提示した視覚サンプルによって期待効果がどのように発生するかを系統的に調査することができる。

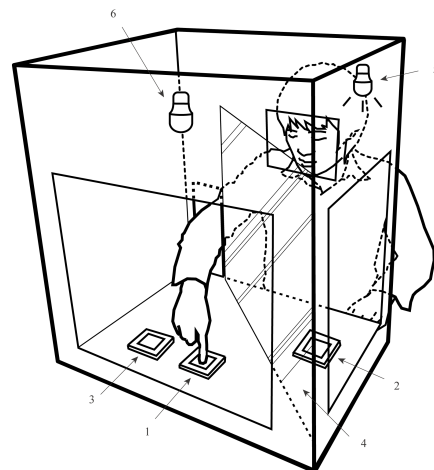


図2 開発した視触覚合成提示装置

プラスチック・シボの見本帳としてデザイナーが標準的に用いている JIDA STANDARD SAMPLES から、視覚、および触覚サンプルを選定し、研究方法(2)で示した方法により期

待効果を評価した。その結果から、視覚予測による期待効果が発生する視覚・触覚の組を抽出可能であることを確認した。

(2) 視覚が触覚に与える期待効果の定量評価

期待効果を定量的に評価するために、表面の「粗さ感」に注目した評価実験を行った。粗さ感とは、触感を構成する主要かつ対象に依存しない共通な感覚次元である。JIDA STANDARD SAMPLES から、表面粗さが段階的に異なる梨地シボ面を 10 サンプル選定し、これらを触覚サンプルとした。また、ハーフミラーで合成する視覚サンプルとして、平滑面、光沢面、梨地、梨地光沢面の 4 サンプルを選定した。図 2 に示した提示装置を用いて、視覚サンプルと触覚サンプルを合成提示して触らせ、見ないで触る触覚サンプルの中から、同程度の粗さ感と知覚したサンプルを選ばせた。

図 3 に、表面粗さ 46.14 の梨地面に視覚サンプルを合成した際、同程度の粗さ感であると回答された触覚サンプルの表面粗さにおける回答数を示す。各折れ線は、合成した視覚サンプルをあらわしている。図 3 から、回答数のピークが、触覚サンプルの粗さ 46.14 よりも粗いサンプルにシフトしていることが分かる。特に、光沢平滑面 (ABS gloss flat) において、その傾向が顕著である (回答数のピークが 64.61 以上)。このことから、視覚サンプルを滑らかな面にすることにより、実際よりも粗さ感が増すことがわかった。この要因として、予測と実際の差が強調される「対比効果」を考察した。

以上より、本評価手法を用いることで、視覚による期待効果がどの程度発生するかを定量的に把握できることが明らかとなった。これを設計指標として用いることで、期待効果を考慮した視覚と触覚の組み合わせ設計を支援する。

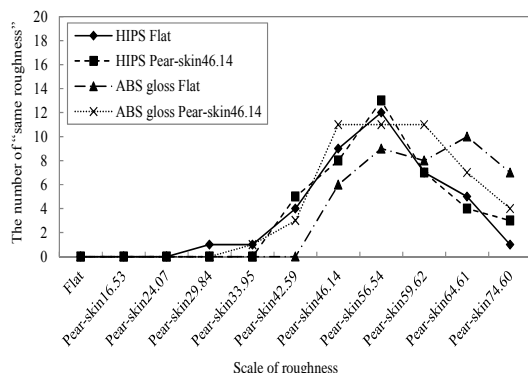


図 3 梨地 Ra46.1 を触覚サンプルとした場合の視覚サンプル合成による期待効果

(3) 期待効果の発生条件と強度

テクスチャ (梨地) の粗さ感を対象として、視覚予測の主観確率分布を取得し、情報エントロピーを求めた。さらに、視触覚合成提示

装置を用いて、異なる視覚と触覚を合成した場合の期待効果、および情報量を導出した。評価に用いたサンプルは、表面粗さが $Ra = 1.56 \sim Ra14.46 \mu m$ の梨地プラスチック・シボ 10 種類である。

図 4 に、期待効果と情報エントロピーの関係における結果例を示す。情報エントロピーの増大に伴って、期待効果の度合いが減少していることが分かる。

図 5 に、期待効果と情報量の関係における結果例を示す。情報量が無限大 (右端) の時に、最大の期待効果が発生している。また、情報量が 0 において、期待効果の絶対値における振れ幅が小さい。

以上の結果から、情報エントロピーによってあらわされる視覚予測の不確実性が低い場合に、強い期待効果が発生することが分かった。また、事後 (触った後) に取得する情報量が大きいと、期待効果の度合いも大きくなる傾向が明らかになった。

このことから、期待効果の条件として、予測の不確実性、および予測と実際の差異によって生じる情報量が、期待効果の発生および強度に影響することが明らかとなった。

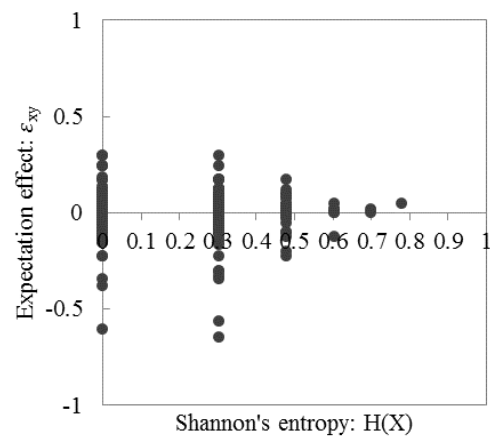


図 4 期待効果と主観確率分布の情報エントロピーとの関係性 (梨地シボを用いた実験結果例)

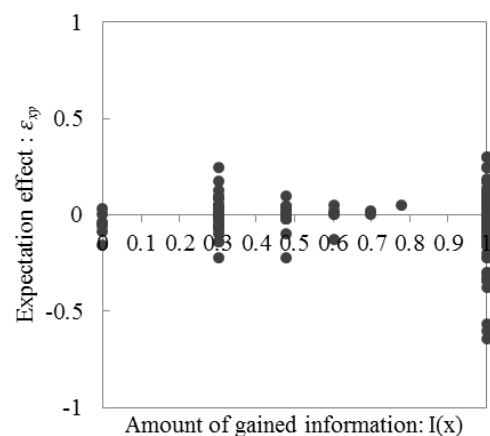


図 5 期待効果と情報量との関係性 (梨地シボ)

ボを用いた実験結果例)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

柳澤秀吉, 高辻賢司, テクスチャの触感における視覚的期待効果の抽出法(プラスチック・シボの粗さ感における視覚的期待効果), 日本機械学会論文集 C 編, 79-807, pp. 4028- 4038, 2013 (査読あり).

柳澤秀吉, 高辻賢司: 視覚による事前予測の影響を考慮したテクスチャの感性評価手法, 日本機械学会論文集 C 編, 78-796, pp. 3830- 3841, 2012 (査読あり).

〔学会発表〕(計 11 件)

柳澤秀吉, 高辻賢司, 三上夏, 主観確率分布にもとづく期待効果の数理モデル(視覚予測が触覚知覚に与える影響を用いた検証), 日本機械学会第 23 回設計工学・システム部門講演会論文集, 2013 年 10 月 23 日(沖縄).

Yanagisawa, H., Takatsuji, K., Mikami, N., "Effect of Expectation on Affective Quality Perception: Modeling with Information Theory", 19th International Conference on Engineering Design, 2013 (Reviewer's Favorite), 2013 年 8 月 20 日(ソウル)(査読あり).

柳澤秀吉, 高辻賢司, "異なる感覚モダリティ間の遷移における期待効果(表面性状の触感における視覚予測影響)," 日本機械学会第 22 回設計工学・システム部門講演会, pp. 536-542, 2012 年 9 月 26 日(広島).

三上夏, 柳澤秀吉, "触運動がテクスチャの触覚に与える影響(プラスチックサンプルをなぞり動作で触察した場合の検討)," 第 14 回日本感性工学会大会予稿集, pp. 1-7, 2012 年 8 月 30 日(東京).

Yanagisawa, H., Takatsuji, K., "Effect of Visual Expectation on Sensory Design of Tactile Texture Owing to Expectation Disconfirmation", ASME 2012 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Paper No. DETC2012-70186, pp.1-8, 2012 年 8 月 13 日(シカゴ)(査読あり).

柳澤秀吉, 高寺優子, "視覚にもとづく触感予測の評価手法および画像特徴の抽出," 日本デザイン学会第 59 回研究発表大会概要集, p. 288, 2012 年 6 月 22 日(札幌).

三上夏, 柳澤秀吉, "アクティブタッチがテクスチャの触覚に与える影響(なぞり動作によるプラスチックサンプルの触感を対象とした実験的検討)," 日本

デザイン学会第 59 回研究発表大会概要集, p. 290, 2012 年 6 月 22 日(札幌).

高辻賢司, 柳澤秀吉, "テクスチャの触感に対する視覚の期待効果の抽出法," 日本デザイン学会第 59 回研究発表大会概要集, p. 308, 2012 年 6 月 22 日(札幌).
Yanagisawa, H., Takatsuji, K., "A Method for Evaluating Tactile Sensation with Visual Expectation Effect", Proceedings of International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research, 2012 年 5 月 23 日(台湾)(査読あり).

Yanagisawa, H., Yuki, N., "Sensory Modal Transition from Expectation to Experience", Proceedings of International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research, 2012 年 5 月 23 日(台湾)(査読あり).
高辻賢司, 柳澤秀吉, "視覚による事前期待を考慮した触感評価手法," 日本デザイン学会第 58 回研究発表大会概要集, pp. 72-73, 2011 年 6 月 25 日(千葉).

6. 研究組織

研究代表者

柳澤 秀吉 (YANAGISAWA, Hideyoshi)

東京大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号: 20396782