

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00367

研究課題名（和文）知識工学的アプローチによる感性価値認識のモデル構築と生体情報のマッピング

研究課題名（英文）Development of a Model for Kansei Value Recognition and Mapping of Biological Information by a Knowledge Engineering Approach

研究代表者

村松 慶一（MURAMATSU, Keiichi）

埼玉大学・理工学研究科・助教

研究者番号：30634274

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）：生体情報に基づいた感性評価に関する知見を体系化することで、感性価値認識という心の構造を統一的に理解することを目指し、感性評価に用いる語句を整理することによって感覚同士の関連性について分析を行った上で、視覚、聴覚、嗅覚の刺激に対する主観評価とそれに対応する生体情報について基礎的な知見を得るための印象評価実験を行った。これらの結果に基づいて、実験参加者の認知・心理状態に対応する生体情報データの表れ方の類型化を試みた。その上で、感情や感覚などのユーザの状態を定義したオントロジーを構築した。これにより、感性評価に関わる感情や感覚などのユーザの状態を表現する基盤が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ものづくりの課題あるコンセプトに基づいて商業施設のインテリアを設計する際には、感性価値を創出するために五感を通してユーザが感じる印象や感情を演出することが行われている。本研究では、心理的属性が統合的に判断される感性価値の認識過程を理解することで、設計解を得るために必要な複数の変数を統一的に捉える基盤を構築した。これにより、例えば壁紙の色彩（視覚）、BGMの選曲（聴覚）、アロマの調香（嗅覚）、家具の手触り（触覚）、提供される飲食物（味覚）などのように多岐に渡る設計変数を統一的に記述できるようになり、科学的な知見を共有し、工学的に利用することが容易になると考えられる。

研究成果の概要（英文）：By systematizing the knowledge on the Kansei evaluation based on biological information, we aimed to understand the structure of the mind called Kansei value recognition in a unified way. In this study, we analyzed the relationship between the senses by organizing the words used in the sensory evaluation. Then, we conducted experiments on Kansei evaluation to obtain basic knowledge about subjective evaluation of visual, auditory and olfactory stimuli and their corresponding biological information. On the basis of these results, we tried to develop a new method for the expression of biological data corresponding to the cognitive and psychological states of the participants in the experiment. We then constructed an ontology defining the user's state of mind, including emotions and sensations. This provides a basis for expressing the user's emotions and sensations related to Kansei evaluation.

研究分野：知識工学

キーワード：感性評価 生体情報 オントロジー 感性情報学 感性価値

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ものづくりの課題あるコンセプトに基づいて商業施設のインテリアを設計する際には、感性価値を創出するために五感を通してユーザが感じる印象や感情を演出することが行われている。その設計変数は、例えば壁紙の色彩(視覚)、BGMの選曲(聴覚)、アロマの調香(嗅覚)、家具の手触り(触覚)、提供される飲食物(味覚)などのように多岐に渡る。そのため、設計解を得るには複数の変数を統一的に捉える必要がある。例えば、もののデザインにおいて非常に重要な色彩という要素に関しては、印象評価の実験を行った上で評価構造を明らかにされようとしており、その知見に基づいたデザイン支援システムの開発にまで発展している。このような研究は色彩に限らず多くの感覚について行われており、それぞれの研究分野で得られた、各感覚を通して評価された印象に関する知見が蓄積されている。そのため、ものづくりを進めるためには感性に関するこれらの知識をどのように共有するかが今後の課題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、感性価値認識のモデル構築と生体情報のマッピングである。生体情報に基づいた感性評価に関する知見を体系化することで、感性価値認識という心の構造を統一的に理解することを目指す。本研究の特色は、感性評価の対象の潜在的な関係構造に着目して、既存の知見同士を体系化する点にある。例えば、五感それぞれに由来する印象には通様相性という共通な構造が見られるため、マクロ的な視点からモデル化できると考えられる。すなわち、色彩(視覚)やBGM(聴覚)などの複数の設計要素の感性価値に対して、生体情報に基づいて一貫した説明を与えるモデルとして価値認識マップを構築する。これによってWell-beingを実現する設計指針を与えることが期待される。

3. 研究の方法

人工知能研究、特に知識の表現と管理に関するアプローチとして、形式指向と内容指向 [1] が挙げられる。形式指向は記号論理を基礎として知識表現方法や推論方式の汎用性を求めるのに対して、内容指向では知識の内容そのものを研究対象とする。この内容指向の研究を支える基盤として、これまでにオントロジーによる知識概念の体系化が行われ成果をあげてきた。例えば、国内の既往研究では医療分野での臨床医学オントロジー [2]、教育分野での教授理論オントロジー [3] などが挙げられる。オントロジーとは人間と計算機の両者から理解可能な知識記述のための共通基盤であり、「対象世界をどのように捉えたか(概念化したか)を明示し、一貫性を持って知識(インスタンスモデル)を記述するための共通概念や規約を提供するもの [4]」である。

本研究の問題意識は感性に関する知識を共有し利用するという点にあり、それに対してもオントロジーによるアプローチが有効であると考えられ、人間の感性に関する知識を共有する基盤としてのオントロジー構築がますます期待される。研究代表者らはこれまでに感性に関するオントロジー構築として基礎的な成果を挙げてきた。具体的には、色彩科学の知見を記述するための概念を整備した色彩感情オントロジー [5]、五感に由来する印象に共通する通様相性という関係構造を整理した通様相性オントロジー [6]により、従来の物理的属性のみに終始していたオントロジー記述に対して、新しく心理的属性の記述枠組みを提供するものである。

しかしながら、これまでの成果は心理的属性そのものを単体として捉えており、感性価値認識のような高次な心の構造を表現し得るものではなかった。設計において複数の変数を統一的に捉えた設計解を得るためには、知識工学的なアプローチで感性価値認識の過程を概念レベルからモデル化し、心理的属性が統合的に判断される感性価値の認識過程を理解することが研究課題として設定される。これは感性の科学的な知見を共有し、工学的に利用するという点で極めて重要である。

そこで、本研究では感性価値と生体情報の関係を明らかにするための印象評価実験を行い、その結果についてオントロジー記述を行うことで感性価値認識マップを構築する。

4. 研究成果

感覚間の共通構造については、感性評価に用いる語句を整理することによって感覚同士の関連性について分析を行った。次に、視覚、聴覚、嗅覚の刺激に対する主観評価とそれに対応する生体情報について基礎的な知見を得るための印象評価実験を行った。

視覚刺激として発光スペクトルの異なるLEDを用いて調光したパネルを用いて文字表示に対する視認性および疲労の主観評価とともに脳血流、心電図、フリッカー値を計測した。発光スペクトルの異なるLEDは青色LEDをベースとした通常白色と、分光分布を操作した高演色性白色の二つである。その結果、2つのLEDにおいて視認性の主観評価に大きな差はみられなかった。一方で、疲労についての主観評価では通常白色および高演色性白色において実験前後で有意差があり、疲労がみられた。また、客観評価においてはフリッカー値、脳血流、心電図におけるLF/HFにおいて通常白色に比べ、高演色性白色において疲労感の増加および交感神経の活性がみられた。以上の結果から発光スペクトルの異なるLEDを視認した際には、視認性については差異がないものの、疲労感については評価が異なり、その差異が生体情報によって区別できる可能性が示された。すなわち、LED光源による文字表示に関しては見やすさの印象を生体情報と結びつけることは難しく、その代わりに疲労感のような身体的な変化については生体情報との対応関

係をモデル化できる可能性がある。

聴覚刺激としてはクラシック音楽を用いて感情の主観評価とともに脳血流を計測した。アンケート結果に基づいて快・不快感情別に脳血流を比較した結果、明るく激しい曲及び暗く鎮静的な曲を聴取した時に特徴的な反応が見られた。楽曲聴取時に不快に感じている場合には前頭の特定位の活動が増加する結果となった。また、アンケート結果に基づいて好き・嫌い別に脳血流を比較した結果、明るく激しい曲と暗く鎮静的な曲を聴取した時に特徴的な反応が見られた。楽曲を“嫌い”と感じている被験者は、前頭の別の部位の活動が減少する結果となった。すなわち、曲の好き嫌いや快不快の感情といった主観評価に対応する形で脳血流の変化が生じ、不快感情を感じていた場合 oxy-Hb が上昇し、嫌いな印象の場合は oxy-Hb が減少することが明らかになった。すなわち、曲の好き嫌いや快不快の感情は生体情報と結びつけてモデル化できる可能性がある。

嗅覚刺激としてはアロマオイルの香りを用いて好みの主観評価とともに脈波の計測を行った。アロマオイルにはラベンダーの精油を用い、予備的な実験によって精油の濃度によるにおいの強度はウェーバーフェフナーの法則にしたがい対数的に強まることを確認した。その上で、刺激閾付近から対数的に濃度を強めていき、不快を示した値を濃度の最大値として実験サンプルの濃度を 0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 10% として生体計測を伴う印象評価実験を行った。それらの香りをかいだ際の心拍変動のカオス解析結果と快不快の回答との関係としては、不快の回答に対応してアトラクタの揺らぎの指標である最大リアプノフ指数 (LLE) が増加する傾向となった。ただし、個人差が大きく生体情報の傾向として何パターン化に分けられることが示唆された。すなわち、ラベンダーの香りについては、快不快の主観評価が生体情報である心拍変動を解析して得られる指標と結びつけてモデル化できる可能性があるが、個人差が大きいことが問題点である。

これらの結果から、感性評価を行っている際の実験参加者の認知・心理状態に対応して生体情報データの表れ方が大きく異なることが考えられるが、大局的にはいくつかのパターンに分類できる可能性がある。そこで、印象評価実験の生体情報とアンケート結果の取りまとめを行うことで、感性評価を行っている際の実験参加者の認知・心理状態に対応する生体情報データの表れ方の類型化を試みた。その上で、感情や感覚などのユーザの状態を定義したオントロジーを構築した。これにより、感性評価に関わる感情や感覚などのユーザの状態を表現する基盤が得られた。さらに、印象評価実験の結果から実験参加者の認知・心理状態に対応した生体情報データのパターン分けを記述するために、個人差を表現するオントロジー記述について検討した。その上で、価値認識マップとして印象評価実験の結果を可視化するため、具体的なサービス設計事例を取り上げて感性価値の記述に取り組んだ。

これによって、本研究で実験を行った部分に限定されるものの、視覚、聴覚、嗅覚についての感性価値認識と生体情報の結びつきを記述することができた。記述の正確性を重視して、個人差についての記述も行ったが、その一方で記述の一般性が犠牲になっている。また、本研究で行った実験の条件は実際の設計場面に比べると限定される。そのため、感性価値認識マップの一般性をいかにして担保していくかということが今後の課題であると考えられる。具体的な方策として、クロスモーダル刺激を用いた実験結果を蓄積し、感覚を通して感性価値認識の構造を明らかにすることが挙げられる。また、印象評価実験とそれに付随する生体情報を観察するだけでなく、脳機能に基づくメカニズムのモデル化など別のアプローチが必要である。その際に、感覚を通して脳機能モデルと印象評価実験とを結びつけるための概念記述として、本研究の成果が活用されることが考えられる。

< 引用文献 >

- [1] 溝口理一郎：形式と内容，人工知能学会誌，11(1)，50-59 (1996)
- [2] 大江和彦：病名用語の標準化と臨床医学オントロジーの開発，情報管理，52(12) 701-709 (2010)
- [3] 林雄介，Bourdeau Jacqueline，溝口理一郎：理論の組織化とその利用への内容指向アプローチ，人工知能学会論文誌，24(5) 721-745，(2009)
- [4] 古崎晃司：ドメインオントロジーの構築と利用，情報知識学会誌，19(4) 296-305 (2009)
- [5] 村松慶一，戸川達男，小島一晃，松居辰則：色彩感情に係る心理的属性のオントロジー，人工知能学会論文誌，30(1) 47-60 (2015)
- [6] 村松慶一，田原紫，齋藤美穂，松居辰則：通様相性に基づいた五感の心理的属性に関するオントロジー記述，日本感性工学会論文誌，Vol.14 No.1，pp.163-172 (2015)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Keiichi MURAMATSU, Koji KIMITA, Takatoshi ISHII, Yutaro NEMOTO, Eiichirou TANAKA, Keiichi WATANUKI, Tatsunori MATSUI, Yoshiki SHIMOMURA	4. 巻 11
2. 論文標題 Ontological Descriptions of Receiver States for Sharing Knowledge in Learning Service Design	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/jamdsm.2017jamdsm0008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 K. Minami, K. Watanuki, K. Kaede, K. Muramatsu
2. 発表標題 Pupil size as input data to distinguish comprehension state in auditory word association task using machine learning
3. 学会等名 2nd International Conference on Intelligent Human Systems Integration（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Hashimoto, K. Watanuki, K. Kaede, K. Muramatsu
2. 発表標題 Evaluation of the Effect of the Amount of Information on Cognitive Load by Using a Physiological Index and the Stroop Task
3. 学会等名 9th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Muramatsu, Y. Fujimura, K. Kaede, K. Watanuki
2. 発表標題 Analysis on Brain Activation and Eye Movement Related to Confidence for Responses to Multiple Choice Questions
3. 学会等名 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塚田 大地, 綿貫 啓一, 村松 慶一, 楓 和憲
2. 発表標題 近赤外分光法を用いたクラシック音楽聴取時の情動評価
3. 学会等名 日本機械学会2017年度年次大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	綿貫 啓一 (WATANUKI Keiichi) (30212327)	埼玉大学・理工学研究科・教授 (12401)	
研究分担者	松居 辰則 (MATSUI Tatsunori) (20247232)	早稲田大学・人間科学学術院・教授 (32689)	
研究分担者	田中 英一郎 (TANAKA Eiichiro) (10369952)	早稲田大学・理工学術院(情報生産システム研究科・センター)・教授 (32689)	
研究分担者	木見田 康治 (KIMITA Koji) (60632495)	首都大学東京・システムデザイン研究科・助教 (22604)	
研究分担者	石井 隆稔 (ISHII Takatoshi) (40741591)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・研究員 (12612)	