

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：12102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500271

研究課題名(和文)多様な顧客要望に対応するファジィ情報統合モデルに基づく製品デザイン支援

研究課題名(英文)Product design support based on fuzzy information integration model for diverse customer demands

研究代表者

領家 美奈 (RYOKE, Mina)

筑波大学・ビジネスサイエンス系・准教授

研究者番号：10303348

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：嗜好性が高い製品については、その製品がもつスペック等に代表される機能の側面だけでなく、その製品が人に与える‘感性’も合わせて、製品評価に用いられる。さらに、その製品を購入する際の文脈も重要な製品評価の側面、すなわち、製品購入にいたる顧客の要望と考えられる。本研究ではそれらのあいまいで多様な顧客要望をファジィ情報として扱い、統合し、顧客の製品選択の意思決定を支援するとともに製品デザインに役立てようというものである。全体を均一に重要とするオペレータの開発、および、どの評価の側面をより重要視するのかに対する指針を得るためのモデルを構築した。

研究成果の概要(英文)：For those products which customer preference has highly influenced to the product evaluation, there are several aspects to evaluate the products such as the function, Kansei, the context when product purchase is considered. Those different kinds of information are treated as fuzzy information in this study. The integration of those information using the advanced operator would help with the decision-making of product customer choice and would help with the design of the products to give more comfortable feeling to the customers. Development of the operator who deal with the important uniformly throughout is discussed. And we constructed a model to get a guide to whether the more important aspects of any evaluation among the total customer satisfaction, adjectives, contexts. To consider the model, further work include that how the importance of the kinds of information is influenced by the mental distance between the customer and the product.

研究分野：知能情報学

科研費の分科・細目：ソフトコンピューティング

キーワード：ファジィモデル 感性評価 感性情報処理

## 1. 研究開始当初の背景

製品の評価は、そのスペック等に代表される機能の側面に加えて、その製品が人に与える、かわいらしい製品、知性を感じさせる製品といったような感性を用いて、評価が行われていることが多い。さらに、その製品を購入する際の、友達へのお土産に良さそう、両親の結婚祝いのお祝いに、といった製品購入の文脈を考慮して製品購入に至る場合も多い。その背景を受けて、感性検索などと呼ばれる、感性を表現する形容詞などの言葉を用いて商品を検索するウェブサイトなどが多く存在している。一方で、より顧客の要望あるいは好みに応えた推薦が得られているのかという疑問も存在している。

2010 年度統計関連学会連合大会にて「感性のデータ科学」企画セッションのオーガナイザーを務めたところ、感性情報処理に曖昧さ・個人差を導入することへの益々の関心の高さが観察された。感性と製品デザイン要素との関係同定とその効果的な利用について他学会でも盛んに論じられている。研究代表者らは 1990 年代から感性評価の題材を製品の評価に求め、「感性評価構造のモデリング手法とデザイン要素推論システムの研究開発」を通して、人間の評価の曖昧さや個性をうまく取り扱うための「感性データ解析手法」の開発に着手した。その中で、従来は平均データにより構成される統計モデルのパラメータ空間に、個人間の相対的ファジィネスを導入しそれを写像することにより、個人データをパラメータ空間内のファジィ対象として認識する手法を開発した。主な多変量解析法に相対的ファジィネスを導入し新しいファジィ多変量モデルを開発した。その中の一つであるファジィ対応分析は、石川県の伝統工芸品である九谷焼と山中漆器に対する感性評価実験にて得られたデータを用いて感性評価モデルを得るために応用され、石

川県工業試験場が開発していた伝統工芸品のデザイン開発支援システムに組み込まれた。データ構造記述法提案と共に、ユーザが発する複数の感性ワードを分析し、ユーザが求めている製品を提示する手法を開発し有用性を示した。言葉を用いて製品を提示するこの手法は現在盛んに開発されている「推薦システム」に応用できる。

## 2. 研究の目的

上記の手法の有用性は応用例を通じて示されているが、3つの課題がある。1つめは感性評価実験で使用した製品サンプル以外の取扱い検討の必要、2つめは多様な顧客要望に対応する情報統合の課題、3つめは作り手への新しいモノづくりデザイン支援を行うためには感性情報だけでなく用途情報や物理情報(製品の構成要素)を総合的に扱うことがある。従来の感性工学では評価対象群を被験者の感性ワードが形成する空間に射影することで評価対象群を記述してきた。そこに、曖昧さを含んだデザイン構成要素・文脈的要望に関する情報を加味し、供給者と需要者の双方に役立つモデルを構築することでモノづくりに貢献するという効果が期待できる。本研究では2つめ、3つめの課題解決を通じて1つめの課題の解決を図る。

要望に応じて用意した製品群に順序付けを行うとき、多目的・多属性意思決定分析の研究成果が利用できる。この研究の歴史には、不確実な情報下における意思決定問題に対する確率論に基づくアプローチ(Savage、1954)と、不正確な情報下における意思決定問題に対するファジィ集合論に基づくアプローチ(Bellman and Zadeh、1970)という二つの流れがある。本研究では「言葉の曖昧性」を扱うことから後者のアプローチを採り、数値の言語表現の概念(Lawry、2001)やファジィ集合の量割り当ての概念(Baldwin、1992)に基づくフレームワー

クを連携研究者と共に検討する。本フレームワークに基づき要望に応じた製品群提示ができるとき、その逆問題を解くことによりデザイン支援のパラダイムが生じる。本研究では、直接的なデザイン支援を目指して、感性・文脈属性値から「評価対象サンプル」を介してデザイン属性値を予測する手法を開発する。

感性属性と文脈属性の効果的な取扱いを考慮し、それらの属性値が顧客からの要望として与えられたときに、希望に沿うような製品を提示することを超えた、デザイン属性を論理的に提示することが狙いである。顧客の感性的要望や文脈的要望に対応する製品のデザイン属性の組み合わせを提示する手法とプロトタイプシステムを開発する。この研究目的達成のために、以下の三つのタスクを遂行する。

#### 感性、及び文脈的要望を同一のフレームワークで扱うための適切なファジィモデルの検討

感性評価実験から感性属性の評価と並行して文脈属性の評価をしておくことが前提である。まず、感性情報と評価対象、文脈情報と評価対象との関係付けモデルを独立に構築する方法と、情報を統合して単一モデルを構築する二つの方法を検討する。しかし、感性情報と文脈情報の相互依存性を考慮すれば第3のモデリング法が適切なのではないかと考えている。すなわち、文脈属性を単一あるいは複数の感性属性と対応させるモデルを構築する方法である。これにより文脈属性値をいったん感性属性値に読み替えることが可能であるという見通しがある。

#### 様々な要望を統合して製品に順序付けを行うための適切な統合化オペレータの検討

ここでは、因子分析や対応分析といった多変量解析モデルと、最近盛んに研究されている多属性目標志向モデルの長所・欠点を比較検討する。多変量解析モデルは双方向関係を捉える対称なモデルであるが、感性ワードや特別な文脈と対象との親近性を定量化する際に工夫を要する。有望であると考えているのは多属性目標志向モデルである。これは、質的データの四則演算を避けて評価の分布のみを用いる評価関数を導入し、ファジィ目標分析により、ある感性属性が与えられた場合に対象に順序付けすることができる。複数の感性属性が与えられた場合にも情報統合オペレータを導入して対応可能である。ここでは、提案する統合化オペレータの振る舞いの調査、すなわち感度解析も重要なタスクとなる。

#### 順序付けられた製品群のデザイン属性から要望に対して適切に対応できる最小有効多様性を持ったデザイン属性の組み合わせ発見法とプロトタイプシステムの開発及び評価

上記の研究により、感性及び文脈属性に関する要望が提示されたとき、評価実験に用いた対象を介することによって、要望に応えるデザイン属性の組み合わせがいくつか示されることになる。それらを多変量解析モデルにおいては類似度順に、多属性目標志向モデルにおいては評価得点順に提示することが最も単純な方法である。しかし、デザイン属性の組み合わせのうち、どのデザイン属性が効いているのかを想像することは単純ではない。そこで、様々な感性的要望の組み合わせに対して帰結される順序付けられたデザイン属性の組み合わせから、効いているデザイン属性を発見するアルゴリズムを開発する。プロトタイプシステムをシミュレータとして用い、効いている属性の組み合わせ

をすばやく提示・評価することにより理論の精緻化を図る。

### 3. 研究の方法

感性評価実験によりデータ収集を行い、そのデータを基に製品の属性ごとにメンバシップ関数を同定する。その後、複数の感性的要望と文脈的要望を統合し、製品に順序付けを行うファジィモデルを構築する。情報統合オペレータの設定が最も重要な課題であり、提案されているいくつかのオペレータを検討し適切なものを開発する。

さらに、感度解析により統合化オペレータの振る舞いを調査する。あわせて感性評価のデザイン要素の変化に対する不連続性についての知見を得る。そして製品デザインに関する支援を行う。

#### (1) 感性評価実験とメンバシップ関数の同定

まず感性・文脈情報収集のための評価実験を実施する。評価実験のために製品カテゴリの決定および評価対象群を選定する。石川県伝統工芸品の組合の協力があるので、先方が提供可能な九谷焼珈琲カップを用いる。本製品カテゴリは個々の製品による機能の差異はなく、感性評価情報が顧客の購買行動に大きく影響を与える典型的なものである。また価格帯が幅広く購入意図という文脈に多様性があることが見込まれる。次に感性ワード・文脈、及びデザイン要素の選定（予め候補となるワード、文脈、構成要素を用意して九谷焼の販売店を訪問して聞き取り調査により確定する）を行う。感性評価実験の被験者には一般消費者、学生、伝統工芸従事者などに実験参加を依頼する。

収集したデータに基づいて、感性ワード群と要望文脈群間の相関関係を分析し、独立して扱っても良いか、あるいは階層モデリングを行うべきかを検討する。次に、各製品の各

属性に対して、メンバシップ関数を同定する。例えば、ある製品が成人祝いにふさわしい度合いは約 0.65（ファジィ数）というように、収集した評価データの分布から同定する。このとき、評価の分散をどのように利用すべきかの検討も重要な課題である。

#### (2) 情報統合オペレータの検討

感性的要望が、例えば「やや古風な」「とても豪華な」のように程度を伴って表明される場合、要望の程度をメンバシップ関数で表現できるから、上記で求めた各製品の各属性のメンバシップ関数との適合度を計算できる。そこで、様々な要求を統合して製品に順序付けを行うための統合化オペレータが重要になる。研究代表者らは過去の研究において Yager によって提案された OWA オペレータを使用し良好な結果を得ており、本研究においても OWA オペレータ、Prioritized OWA オペレータ等の要望間に優先順位が導入された場合の拡張オペレータについて検討する。オーストリアの国際応用システム研究所で意思決定について研究している Makowski と演算子構築について共同研究を行う。なお、ここでは因子分析や対応分析といった多変量解析モデルと、多属性目標志向モデルの長所・欠点を比較検討・整理する。

#### (3) 統合化オペレータの感度分析

OWA オペレータと検討する拡張オペレータの振る舞いを調査することによりロバスト性を検討する。しかし、デザインの組み合わせにおける小さな変化に対して感性評価は大きく変化する可能性がある。この点を実際の製品に即して検討しオペレータの妥当性を評価する。

#### (4) デザイン支援のための最小有効パターン抽出

順序付けられた製品群のデザイン属性が

ら要望に対して適切に対応できる最小有効多様性を持ったデザイン属性の組み合わせを抽出する。

#### 4. 研究成果

本研究では次の成果が得られた。まず、情報統合オペレータに関する資料収集・文献調査を行った。また、石川県の代表的伝統工芸品の製品群を用いて大規模感性評価実験を行い、感性評価データを得た。感性評価実験は、伝統工芸品の産地である、石川県でおこなったものと、代表的消費地である東京で行った。得られたデータを比較しそれぞれの特徴を得た。石川県ではその土地の伝統工芸品に対する愛着がみられ、またその伝統工芸品に対する認知及び知識がある。一方で代表的消費地である東京での感性評価実験では、「伝統工芸品」という側面も考慮しつつも、その他の地域での伝統工芸品の存在もあり、製品購入の文脈に違いが顕著にみられた。これらの感性評価実験から、感性と文脈のメンバシップ関数同定、そして製品のデザイン要素の計測を行い、ファジィ情報統合のための基とした。それらを用いて感性表現語、および、文脈を用いて製品検索および製品推薦を行うことができた。多様な感性評価対象群を準備したので、メンバシップ関数の感度分析を行うと、幅が大きすぎないものの方が評価や製品検索に有効であることがわかった。分析による知見をえて、被験者のプロフィールと合わせながらより詳細な評価構造の分析を行うことができると思われる。

ファジィ情報統合オペレータについては、いくつかを検討した結果、Yager の汎用度の高い OWA オペレータがやはり使用者の使いやすさの点からみても、使いやすいことがわかった。しかし言語数量詞と評価値との関連に納得感を得にくい問題は残っている。優先順位付 OWA オペレータはユーザーに対する負担が大きいものの、細かな設定ができるため

そのトレードオフをどのように取るかが問題である。情報統合オペレータの今後の展開に、多目的最適化問題の指標の 1 つである、リファレンスポイントアプローチの適用の可能性が得られた。今後、詳細を検討していく。

製品デザイン支援については課題が得られた。単一の要望に対して得られた推薦製品の共通特徴部分を大枠で抽出できたが、情報統合オペレータで統合し多様な顧客の要望により製品検索を行う場合、つまり、顧客の要望が多く文脈や感性表現語を用いて表現されると、順位が連続する推薦製品についてなんらかの連続性が顕著にみられない場合がある。言い換えると、評価の不連続性がみられる。その場合、納得感あるデザイン支援を明確に示すことがまだ困難である。引き続き納得感あるデザイン支援に関する研究を行っていく。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

山下幸裕, 領家美奈, 中森義輝, 製品価格の提示が伝統工芸品の感性評価に及ぼす影響, 日本感性工学会論文誌, 第 13 巻, 163-172, 2014. 査読有

Jingzhong Jin, Yoshiteru Nakamori Abdrzej P. Wierzbicki, A study on multi-attribute aggregation approaches to product recommendation, *Advances in Fuzzy Systems*, 査読有, Article ID 806749, 2013, 11 pages.

<http://dx.doi.org/10.1155/2013/806749>  
Hongbin Yan, Van Nam Huynh, Tiejun Ma, Yoshiteru Nakamori, Non-additive multi-attribute fuzzy target-oriented decision analysis, *Information Sciences*, 査読有, Vol. 240, 2013, pp. 21-40.

DOI:10.1016/j.ins.2013.03.050  
Hongli Ju, Yoshiteru Nakamori,  
Products recommendation using  
emotional information, Journal of  
Systems Science and Systems  
Engineering, 査読有, Vol. 21, No. 2,  
2012, 161-173. DOI:10.  
1007/s11518-012-5186-1  
Van Nam Huynh, Sadaaki  
Miyamoto, Yoshiteru Nakamori,  
An extension of context model for  
representing vague knowledge,  
International Journal of  
Reasoning-based Intelligent Systems,  
査読有, Vol. 4, No. 3, 2012,  
171-179. DOI:10.1504/IJRIS.2012.  
050375  
Van Nam Huynh, Yoshiteru  
Nakamori, A linguistic screening  
evaluation model in new product  
development, IEEE Transactions  
on Engineering Management, 査読  
有, Vol. 58, No. 1, 2011, pp. 165-175.  
DOI:10.1109/TEM.2009.2028326  
Hongbin Yan, Van Nam Huynh,  
Yoshiteru Nakamori, A probabilistic  
model for linguistic multi-expert  
decision making involving semantic  
overlapping, Expert Systems with  
Applications, 査読有, Vol. 38, No.  
7, 2011, pp. 8901-8912. DOI:10.  
1016/j.eswa.2011.01.105

[学会発表](計 3 件)

Mina Ryoke, Yukihiro Yamashita  
and Yoshiteru Nakamori, Analysis  
of Kansei Evaluation Data Collected  
in a Consumption Area on  
Traditional Crafts, 査読有, in  
Proceeding of ISKSS2012, Nov.  
19-20, 2013, JAIST, Japan

Mina Ryoke, Yukihiro Yamashita,  
Yoshiteru Nakamori, Estimating  
Impact from Adjectives and Contexts  
to Product Evaluation, 査読有, in  
Proceedings of ISKSS2013,  
185—188, Oct 25-27, 2013, Ninbo,  
China

Mina Ryoke, Van Nam Huynh,  
Yoshiteru Nakamori, Kansei  
Information Transfer Technology for  
Product Recommendation According  
to Words, 査読有, Proceedings in  
the 9th International Conference on  
Decision Support for  
Telecommunications and Information  
Society, Sept, 6, 2011, National  
Institute of Telecommunications,  
Poland

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

領家 美奈 (RYOKE, Mina)  
筑波大学・ビジネスサイエンス系・准教授  
研究者番号：10303348

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者

中森 義輝 (NAKAMORI, Yoshiteru)  
北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科・教授  
研究者番号：30148598

ヒュン ナム ヤン (Huynh Nam Van)  
北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科・准教授  
研究者番号：00362020