

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22300074

研究課題名(和文) 目標志向の感性的意思決定分析

研究課題名(英文) Target-oriented Kansei Decision Analysis

研究代表者

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円、(間接経費) 4,110,000円

研究成果の概要(和文)：目標志向の意思決定分析における我々のこれまでの研究を発展させて、まず、多様な情報の統合化手法の応用と検証、特に適切な統合化オペレータに関する研究を実施した。次に、物理情報や感性情報に加えて文脈情報を考慮した意思決定分析の理論化を行った。以上の理論に基づいて、物理情報と感性情報、さらに文脈情報を考慮した推薦システムを開発し、伝統工芸品販売へ応用した。最後に、理論研究の成果を統合し、またシステム開発の経験を活かして、さらに研究代表者が研究してきた知識構成システム論の考え方を取り入れて、目標志向の感性的意思決定分析の方法論を提案した。

研究成果の概要(英文)：We first carried out research on application and verification of information aggregation methods, especially selection of aggregation operators, by developing our previous research further. Next, we developed theories of decision analysis taking into account contextual information, in addition to physical and kansei information. Based on these theories, we developed a recommendation system that deals with those three types of information, and applied this system to sale of traditional crafts. Finally, integrating the developed theories, utilizing the experience of developing a recommendation system, and adopting the theory of knowledge construction systems that the principal investigator has developed, we proposed a methodology of target-oriented kansei decision analysis.

研究分野：知識科学

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：意思決定分析 感性情報 文脈情報 情報統合化 推薦システム

1. 研究開始当初の背景

(1) 感性工学における諸問題：感性工学の典型的なアプローチは、多くの評価者を集め、多くの対象を多くの感性ワードによる対極尺度によって、5段階あるいは7段階のレベルで評価してもらった分散が非常に大きい感性評価データを分析して、販売・購入支援や新製品開発などに活かそうというものである。その際、評価データを間隔尺度で計測されたものとやや強引に想定し、因子分析や対応分析により対象と感性ワードの親近度を求めたり、質的回帰分析により感性ワードに対する属性の影響度を導出したりする。しかし、前者の対応関係は感性評価実験に用いられた対象とワードに限定され、後者においては多重共線性などの問題から回帰係数を影響度とみなすことへの抵抗感が払拭できない。一方、長い研究の歴史がある意思決定分析にも効用関数同定の困難性が存在する。

(2) 我々の以前のアプローチ：我々は、感性データ解析手法と多属性意思決定分析手法を統合した、感性情報を考慮した意思決定分析手法の研究に従事してきた。特に、従来の多属性意思決定分析とは方法論と解釈法において異なる新しい目標志向パラダイムの確立に取り組んできた。また、意思決定における非合理的な感情や感性の取り扱いにおいて、間隔尺度で計測されたと言い難いデータの洗練された利用法を提案してきた。販売・購入支援のためには感性データだけではなく、大きさや成分などの物理データの取り扱いも必須である。そのために、数値データの言語表現を介してのファジィ化と、定性データへのファジィ数割当て概念を参考にしたモデリング手法を開発してきた。

(3) 推薦システムの台頭と課題：1990年代に研究が始まった推薦システムは、コンテンツベース型、協調フィルタリング型、ハイブリッド型などが研究されているが、推薦手法の多くは機械学習に基づき消費者の商品に対する選好を予測するものである。しかし、本研究の応用として扱う伝統工芸品のように、めったに購入することのない高価な商品については、選好情報を入手することが困難であることから対話的推薦プロセスが必要である。また、消費者は商品に対して感性的な要望に加え、贈答用などといった文脈的な要望を持っている。このようなケースにおいては伝統的な順序付け手法は不適切である。すなわち、協調的推薦などで用いられる効用関数を定義し消費者の選好を表現することは困難である。このような背景の中で本研究を開始した。

2. 研究の目的

(1) 従来の研究の発展：これまでの理論研究を実用レベルに発展させることが本研究の最初の二つの目的であった。

- 目的 1：情報統合化のこれまでの理論研究を実際問題に応用して、理論の検証・精緻化を行う。
- 目的 2：統合化オペレータの振る舞いを分析し、オペレータの選択について理論的・数値的に検証する。

(2) 新しい研究の提案：本研究においては、さらに以下のような三つの目的を掲げた。

- 目的 3：文脈情報を考慮したモデリング手法を開発する。
- 目的 4：推薦システムを開発し、具体的な応用を実施する。
- 目的 5：目標志向の感性的意思決定分析の方法論を確立する。

(3) モデリング：目的 3 は、カジュアルな商品などといった感性情報と、商品が使用される場面や条件といった文脈情報の統合的利用法の確立を目指したものである。文脈データを感性データと同様に取り扱えるか、あるいは感性ワードと文脈の関係を同定し階層的モデリングによる意思決定分析が適切か否か、商品候補と消費者の文脈的目標の差をどのように定量化すべきか、目標が複数提示された場合や目標間に優劣がある場合の統合化オペレータはどのように定義すべきか、などの課題を検討する必要がある。

(4) システム化と方法論：目的 4 は、目的 1 と 2、及び目的 3 の研究成果に基づいて新たな推薦システムを開発するものである。データと目標が主観判断、不完全、多義性のために不確実性を持ち、個人的でケースに依存するためにヒストリカルデータが利用できないという不利な状況において、評価関数を定義して、商品候補が消費者の目標とどのくらい合致するかを定量化する必要がある。目的 5 については、研究代表者が別途研究している知識構成システム論の考え方を導入して、様々なタイプの目標志向の感性的意思決定分析の評価モデリング手法と評価体系フレームワークを含んだ方法論を確立する。

3. 研究の方法

(1) 従来手法の精緻化とデータ収集：我々は意思決定における情報統合化問題を深く探求してきた。特に、ファジィ目標を不確実性下における意思決定のための目標志向意思決定モデルによって扱えるようにし、さらに意思決定者の目標に対する異なる態度と、リスクに対する異なる態度の間に興味深い関係があることを証明した。また、データと目標において定量と定性が混在する場合に対処できる統一的フレームワークを開発してきた。平成 22 年度には、これらの理論研究を検証・精緻化するために、伝統工芸品を対象とした感性評価実験を実施する。ここで得られるデータは目的 4 の推薦システムの開発においても利用する。

(2) 理論研究の推進とシステム構築：平成 22 年度～平成 24 年度には、目的 2 (統合化オペレータの検討)、目的 3 (文脈情報を考慮したモデリング)、目的 4 (推薦システムの開発) に取り組む。目的 2 に関連して、我々は属性に優先度を考慮したファジィ目標志向意思決定分析手法に基づいて、消費者向け評価モデルを開発している。この方法も踏まえて、統合化オペレータの振る舞いについて研究しオペレータの選択とモデルの精緻化に結びつける。目的 3 については、対象または属性と感性情報との関係モデルと、感性情報と文脈情報との関係モデルを構築し、階層的モデルによる感性情報と文脈情報を考慮した意思決定分析手法の理論化を行う。目的 4 に関しては、目的 3 までの理論と伝統工芸品に対する感性評価実験データを用いて実用レベルのシステム開発を目指す。

(3) 方法論の確立：平成 25 年度は目的 5 である研究の総仕上げを実施する。すなわち、目標志向の感性的意思決定分析の方法論を確立する。これは、研究代表者が研究を続けている知識構成システム論を理論的支柱として、前年度までに実施した研究成果を含んだフレームワークとする。平成 24 年度までの研究が数理的分析に対応するのに対して、モデル化できない部分に対して知識ベースあるいは直接専門家に問い合わせをするナレッジマネジメントの方法論である。

4. 研究成果

(1) 情報統合化理論：最初の目的であったそれまでの情報統合化の理論研究を実際問題に応用して理論の検証・精緻化を行うことに関連しては雑誌論文、学会発表などで研究発表した。検討したいくつかの方法の中で、感性要求のそれぞれに対して各商品がどれだけ当てはまるかを数値化する属性達成度アプローチを採用したモデリング手法と、複数の要望に対してふさわしい商品を、順序を付けて推薦するためのスカラー化関数アプローチが既存の方法に比べて簡単ではあるが、優れていることを評価実験により示した。

(2) デザイン支援への発展：上記の研究においては、複数の感性評価情報とデザインとの関係モデリングについて新たな知見を付け加えた。これは、新しいデザインが消費者にどのように評価されるかを、あらかじめ推測できるという意味でデザイン支援を行うことを目指すものである。まず、自動的に複数の感性的要求を発生させて推薦される商品を求め、そのデザイン要素を記録しておくという方式で、消費者を使った実験では得られない量と質のデータを作成する。そして、その大量のデータから、感性的要求に対応するデザイン要素を明示する多くのルールを抽出する方法を、ラフ集合論を用いて提案し有

効性を検証した。これは、当初予定していた研究範囲を越える成果である。

(3) 統合化オペレータの選択：統合化オペレータの振る舞いについては多くの理論的研究がなされているが、本研究においては、特に、属性間に優先度がある場合の統合化オペレータの選択法 (雑誌論文、学会発表) と、属性間に意味的な重複がある場合の統合化の考え方 (雑誌論文) について深く検討した。まず、属性間に優先度がある場合の多属性意思決定分析においては、既存の順序付加重平均法などに基づいて、優先度付きの加重統合オペレータを提案した。また、各評価対象について属性値の最小値をその対象の評価値とし、最大の対象評価値を有する対象を最良とするという保障水準の最大化アプローチにおいて、ある属性を重視しない場合、その属性値を大きく変化させ、他の対象との比較においてなるべく用いないようにする、という簡易で有効な方法を提案した。

(4) 文脈情報を考慮したモデリング手法：人々は商品に対する様々な感情によって購買を決定する。従って、消費者の様々な希望をどのように統合するかが重要になってくる。商品のいくつかの特徴をランク付けする際に、異なるタイプの特徴、すなわち感性に訴える特徴と用途に関する特徴をどのように扱うかが課題である。これについては雑誌論文において理論的検討を行うとともに、階層的に扱う方法 (雑誌論文) 感性属性と文脈属性の関係性を考慮した統合化 (雑誌論文) について検討した。また、雑誌論文、学会発表もこの課題に関係する成果である。

(5) 希望の競合に関する考察：上記のモデリングにおいては、属性間に意味的な重複がある場合の処理法として、言葉を用いた複数の専門家による意思決定モデルを提案した。それにより、言葉による統合と選考関数の意味的オーバーラップを扱える。言葉による統合フェーズでは、言葉による判断の曖昧性は可能性分布によってとらえられる。一方、感性属性と文脈属性の希望があるとき、例えば、可愛い九谷焼のカップという感性的希望と、おばあさんへの贈り物です、という文脈的希望があるとき、それらの意味的不一致性を考慮した推薦方式を提案した。

(6) 推薦システムの開発：目標志向意思決定分析モデルは当初の計画通りに完成し、推薦システムに搭載した (雑誌論文、学会発表)。推薦システムでは、大きさや値段などの物理属性、使用目的などの文脈属性、そして本研究のメインテーマである暖かいなどの感性属性を同一のフレームワークにより取り扱うこととした。推薦システムには、この考え方に基づいた各商品の属性に関す

るファジィモデル作成法と、希望属性の優先度を考慮した商品ランキング法において独自の手法を搭載している。

(7) 推薦システムの構成：上記の推薦システムは三つのマネジャーと呼ばれるサブシステムから構成されている。最初のもはデータマネジャーであり、推薦システムに登録する商品の作者、値段、写真、属性の評価値などを登録・利用するものである。次がモデルマネジャーであり、感性評価実験により取得した評価データからメンバーシップ関数を同定する。ただし、感性評価実験による評価値の取得は、丁寧に実行される反面、評価できる商品の数が圧倒的に少なくなることから、商店主に依頼して直接モデルを作成する方法も選択できる。三つ目が推論マネジャーであり、推薦システムの本体である。推論マネジャーは各商品のモデルと現在の要望との適合度を計算する。通常は、少し暖かく、かなり伝統的で、そして若者向き、のように要望が複数述べられるので、推薦システムでは、要望の優先度を入力してもらい、提案手法によって全登録商品について要望全体への適合度に対するランク付けを行い、上位から順に提示する。顧客はその中から選択して注文するという流れである。

(8) 目標志向の感性的意思決定分析の方法論：実際の販売場面では、上述のような数理的手法のみが利用されているわけではない。それどころか、数学的モデリングは時間と経費の面で不十分なレベルにとどまってしまう宿命がある。そこで、知識科学の考え方を取り入れた目標志向の感性的意思決定分析の方法論が必要となる。提案した方法論は学会発表 や図書 において公表している。科学的次元の知識は上述の研究開発手法によって整理できるが、他の次元の知識は販売人が持つ知識に依存する。これは、データから数量化できる知識と、販売人の経験に基づく、いわゆる暗黙的知識を相互補完的に用いるナレッジマネジメントの方法論である。

(9) 方法論使用の簡単な例：以下では九谷焼のコーヒーカップを推薦する場面を想定するが、紙面の関係で極めて簡略に例示する。

- ステージ 1(知識収集の方針): 適切なカップを推薦するために必要な知識を探求する。そのために、以下の3つの次元において知識を取集する。
- ステージ 2(科学の次元): 商店にあるカップそれぞれがお客の要望(例えば、キユート、滑らか、モダン、高価でない、高齢者向け)にどれくらいフィットしているかに関する客観的知識。この知識は定量化しておく必要がある。
- ステージ 3(社会の次元): 最近のポピュラーなカップ、高齢者が良く購入するカップ、このストアがプロモートする作者

のカップ、などに関する経験的知識。

- ステージ 4(想像の次元): この顧客はいくらぐらいの商品を買えるだろうか。この人は、伝統的な焼き物と現代的な焼き物の区別ができるのだろうか。あるいは商店がプロモーションしたい商品などに関する暗黙的知識。
- ステージ 5(知識総合化): 三つの次元の知識を総合して、いくつかのカップを推薦する。ただし、様々な知識のシステム的な総合化が必要である。

(10) 方法論のシステム化：一方、すべての知識をシステム化する場合を以下に整理する。ただし、各ステージでは詳細な手続きを提案しているが本報告では説明を省略する。

- ステージ 1(希望の入力): 希望するカップの属性とその希望値を入力するシステム。
- ステージ 2(科学の次元): 感性工学手法による商品と感性ワードとの関係性のモデリングシステムとモデルベース。
- ステージ 3(社会の次元): 協調フィルタリングや内容ベースフィルタリングを用いた推薦システム。
- ステージ 4(想像の次元): 感性マーケティング手法を用いた感性価値表示システム。
- ステージ 5(知識総合化): 三つの次元の知識を総合して、いくつかのカップを推薦するシステム。ここでは、知識の総合化手順を提案している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計10件)

- 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, Octavio Lerma, Vladik Kreinovich, Kansei engineering: Towards optimal set of designs, International Journal of Innovative Management Information & Production, Vol.3, No.3, 査読有, 2012, pp.49-53. http://digitalcommons.utep.edu/cs_techrep/712

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, Tetsuya Murai, On prioritized weighted aggregation in multi-criteria decision making, Expert Systems and Applications, 査読有, Vol.38, No.11, 2011, pp.812-823. DOI:10.1016/j.eswa.2010.07.039

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

Van Nam Huynh, Hongbin Yan, Yoshiteru Nakamori, A target-based decision-making approach to consumer-oriented evaluation model for Japanese traditional crafts, IEEE Transactions on Engineering Management, 査読有, Vol.57, No.4, 2010, pp.575-588. DOI:10.1109/TEM.2009.2025494

Hongli Ju, Yoshiteru Nakamori, A rough-sets approach to kansei evaluation modeling and design support, International Journal of Knowledge and Systems Science, 査読有, Vol.1, No.3, 2010, pp.33-44. DOI:10.4018/jkss.2010070103

〔学会発表〕(計5件)

Yoshiteru Nakamori, Systemic knowledge synthesis for product recommendation, The 7th International Conference of the Thailand Economic Society (TES2014), Chiang Mai, Thailand, January 8-10, 2014, pp.561-574.

Mina Ryoike, Yukihoro Yamashita, Yoshiteru Nakamori, Estimating impact from adjectives and contexts to product evaluation, The 14th International Symposium on Knowledge and Systems Sciences, Ningbo, China, October 25-27, 2013, pp.185-188.

Yoshiteru Nakamori, Kansei information transfer technology, International Symposium on Integrated Uncertainty in Knowledge Modeling and Decision Making (IUKM2011), October 28-30, 2011, Hangzhou, China, pp.209-218.

Van Nam Huynh, Hongbin Yan, Mina Ryoike, Yoshiteru Nakamori, Fuzzy target-based multi-feature evaluation of traditional craft products, The 2011 International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM2011), December 13-14, 2011, Irvine, California, USA, pp.331-342.

Hongli Ju, Yoshiteru Nakamori, Methods on products recommendation using emotional information, IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2010), October 11-13, 2010, Istanbul, Turkey, pp.849-856.

〔図書〕(計1件)

Yoshiteru Nakamori, CRC Press, Knowledge and Systems Science: Enabling Systemic Knowledge Synthesis, 2013, 234, ISBN: 978-1-4665-9300

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)
取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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

(2) 研究分担者

ヒュン・ヤン・ナム (HUYNH VAN NAM)
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

(3) 連携研究者

領家 美奈 (RYOKE MINA)
筑波大学・ビジネス科学研究科・准教授
研究者番号: 10303348