

令和 5 年 5 月 25 日現在

機関番号：37112

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19912

研究課題名（和文）ユーザの視線情報を用いた嗜好ルール獲得システム

研究課題名（英文）Preference rules extracting system with User Gaze Information

研究代表者

竹之内 宏（Takenouchi, Hiroshi）

福岡工業大学・情報工学部・助教

研究者番号：50726734

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、個人の感性評価に関する法則性を見つけることを学術的問いとして、ファジィ推論を用いた感性検索エージェントモデルにおいて、ユーザの視線情報を用いたデザイン評価を実現し、ユーザの嗜好ルール抽出を可能にしようとしている。研究期間中には、1) 女性用衣服コーディネートを対象とした嗜好ルール獲得において、ダイレクトマニピュレーションを採用した提案システム、2) 音楽や化粧品を対象とした嗜好ルール獲得における提案システムに関する有効性を検証した。その結果、提案システムにおいて嗜好ルールを抽出することの有効性が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、ユーザの嗜好を学習するだけでなく、ユーザが対象を好んでいる潜在的な規則を抽出し、商品開発やレコメンド、さらには他ユーザとの潜在的な共通嗜好を把握することを目指して実施してきた。ユーザが所望する対象をレコメンドするシステムはこれまでに提案されているが、システムがユーザの嗜好を人間が理解できる形式（例えば言語ルール）で抽出するシステムは少ない。本研究では、女性用衣服コーディネートや音楽などを対象とした提案モデルにおいて、ユーザの感覚に合った嗜好ルールを獲得できることが確認されている。同成果は、前述の説明可能なAI（explainable AI: XAI）の開発に対して寄与するものである。

研究成果の概要（英文）：This research tries to extract user preference rules using Kansei retrieval agent model with fuzzy inference method and user gaze information for finding rules related personal user Kansei evaluation. We investigated the effectiveness of the proposed system in cases of extracting preference rules using direct manipulation for female fashion coordinates and for music and makeup. The results showed that the proposed system can extract user preference rules.

研究分野：感性情報処理

キーワード：感性検索エージェントモデル ファジィ推論 進化計算 ダイレクトマニピュレーション 女性用衣服コーディネート

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

多くのレコメンドシステムでは、深層学習などによってユーザの好みの対象を正確にレコメンドできるようになりつつあるが、ユーザが対象のどのような特徴や組み合わせなどに興味を惹かれているのか、商品開発に有用な知識をルールベースで取得できるまでには至っていない。レコメンドシステムにおいて、ユーザが対象を好む理由やルールなどを抽出できるようになれば、多くのユーザの中から対象に対する嗜好ルールが共通するユーザを抽出したり、ユーザが対象のどのような特徴に着目しているのかを解析したりできる可能性がある。レコメンドシステムの他にも、多くのユーザに対してSD法などによるアンケート調査を実施する方法もあるが、多くのユーザの感性がまとめられた結果が得られるのみで、個々のユーザの感性情報を把握できるものではない。また、単なるアンケート解析の場合にはリアルタイムに解析結果が得られず、データ取得時と解析結果考察時に大きなタイムラグが生じることもあるため、実用的な知見を得ることは困難である。本研究では、このような背景に対して、ユーザの嗜好に関するルールを言語情報として取得することを提案した。

2. 研究の目的

1の研究背景に鑑みて、本研究では、ファジィ推論を用いた感性検索エージェントモデルにおいて、ユーザの嗜好に関するルールをファジィルールとして取得するシステムを提案することを目的とした。提案システムでは、ユーザの感性情報をファジィ推論における言語ルールで獲得し、それらのルールとユーザの感覚尺度を用いて所望の対象を検索する手法である。提案モデルでは、対象に対するユーザの評価情報を基に、ファジィ推論で構成されるエージェント集団のパラメータが遺伝的アルゴリズムによって最適化される。

具体的には以下の3点を目標とした。

目的 提案モデルにおけるメンバシップ関数とファジィルールの同時最適化

・従来は、メンバシップ関数及びファジィルールを別々に最適化する検証しか行っていなかった。しかし、ユーザの感性情報を学習するためには、どちらも重要な最適化対象である。このため、両パラメータの同時最適化に取り組む必要があった。

目的 評価対象のデータベース構築

・提案モデルを実装するにあたり、評価対象をどのようにするかは被験者の実験におけるモチベーションを大きく左右しかねない。また、今後の発展も踏まえ、よりバリエーションの多いファジィルールが構成されるような評価対象を設定する必要があった。

目的 ユーザの視線情報評価を用いた評価値獲得

・ユーザによって対象が手動で評価される場合、評価作業が発生する。提案システムが一般に普及することを想定すると、このような作業がユーザの評価行動を阻害する場合は懸念される。このため、手動評価以外の評価方法として、ユーザが操作レスで対象を評価できる仕組みを検討する必要があった。

3. 研究の方法

目的 については、筆者らがその時点までに開発してきた数値シミュレータを用いて検証を実施した。同シミュレータでは、ユーザの嗜好情報をファジィ推論で表現できると仮定して、提案システムにおけるエージェント(ファジィ推論で構成される数理モデル)とのパラメータや評価推論値の一致度合いについて検証した。

目的 については、ユーザによって好みが分かれ、また多くのバリエーションを表現できかつユーザが一定のモチベーションを保って評価に関われるという観点より、女性用衣服コーディネート用の3Dモデルを対象とした。このモデルでは、トップスの色とシルエット、ボトムスの色とシルエットを様々にセットすることが可能である。

目的 については、従来に構築していたキャラクターコーディネートシステムを用いて、視線情報により対象を評価した場合でも、手動評価した場合と同等の性能が得られるか、ユーザを対象とした評価実験によって検証した。

4. 研究成果

(1) ダイレクトマニピュレーションの導入

目的 については、数値シミュレータにより検証した結果、両パラメータは十分に最適化されないことが確認された。原因は、ファジィ推論における両パラメータが評価値推論に相互に影響を与える性質を持っているため、解空間が膨大であり、片方のパラメータが十分に最適化されても、もう片方のパラメータが十分に最適化されなければ、良い性能を発揮できないことになった。

このため、本研究では、両パラメータの同時最適化を避け、ユーザがパラメータを直接操作し、同定することを目指し、ダイレクトマニピュレーションを導入した。これまでの提案システムでは、ユーザはシステムから提示される対象を閲覧したり、評価したりするのみであった。ダイレクトマニピュレーションの導入によって、ユーザ自らが積極的に対象評価に関われるようになり、評価に対するモチベーションが向上することが期待される。

評価実験では、目的 にて構築した女性用衣服コーディネート の 3D モデルを対象として、一連の評価中に好みのトップスシルエットを指定できる仕組みを導入した提案システムを用いて、性能検証を実施した。この実験における比較システムには、ダイレクトマニピュレーションを導入していない従前のシステムを使用した。

実験結果より、ダイレクトマニピュレーションの導入によって嗜好ルール抽出の精度は低下することなく、さらに実験後のアンケートでは、ダイレクトマニピュレーションの導入によって対象の評価のしやすさが向上したというコメントが複数あった。このため、提案システムにおけるダイレクトマニピュレーションの導入は、ユーザの対象評価に関するモチベーション維持の観点からは有効であったといえる。

(2) 視線情報評価を用いた検証

目的 については、従前のキャラクターコーディネートシステムを用いた評価実験により検証した。キャラクターコーディネートシステムでは、2.5 頭身程度のキャラクターの髪、目、服、靴の色が様々にコーディネートされる。本実験では、対象となるキャラクターコーディネートをそれぞれ 5 段階で評価する手動評価と、提示されたキャラクターコーディネートを開覧し、そのときの視線情報に基づいて評価値を算出する視線評価を適用した場合の性能比較を実施した。視線評価においては、提案システムのインタフェースを横切って見るようなサックードと呼ばれる視線運動は測定の対象から外した上で、対象個々がどの程度の時間見られたかを評価値の算出基準とした。また、この実験において検証する点は、現段階で最も正確な評価と定義できる手動評価に対して、ある程度荒い評価が含まれると想定される視線評価がどの程度近いパフォーマンスを発揮するかである。

実験結果より、手動評価と視線評価を用いた場合に生成された嗜好ルールに対するユーザの適合度はほぼ同等となることが確認された。提案システムでは、ユーザの嗜好を学習し、システム使用の後半になるほど、ユーザが好むと想定されるキャラクターコーディネートを提示しやすくなるため、嗜好ルール適合度については、特に「好き」を表現するルールの適合度が、「普通」や「嫌い」を表現するルールよりも高くなる傾向が確認された。

(3) 音楽を対象とした提案システムの有効性検証

評価対象が目に見えるもの(衣服コーディネートやキャラクターコーディネート)でない場合にも、対象の特徴量を定義できれば提案システムによる嗜好ルール獲得を応用できると考えられる。この点について、本研究では、音楽を対象とした提案システムの嗜好ルール獲得に関する有効性を検証している。音楽は時系列データであり、前述のコーディネートと比較すると 1 曲ずつを丸ごと評価した場合には膨大な時間を要する。このため、本研究では、各楽曲のサビパートの 15[s]程度を対象として対象音楽のデータベースを構築した。また、推論に用いている特徴量は、サビパートにおけるボーカルの平均周波数及び標準偏差、テンポ、拍子、楽器数である。

評価実験では、嗜好ルールの構成に当該特徴量が考慮しないことを示す Don't Care (DC)ラベルを導入した提案システムと導入しない比較システムに対して、嗜好ルール抽出に関する性能比較を実施した。DC ラベル導入により、冗長な嗜好ルールが生成されることを避け、人間がより解釈しやすいルールを生成できる可能性がある。しかし、DC ラベルが多く利用された場合にルールの明確性が失われ、提案システムの性能が失われる可能性があるため、この実験において検証する点は、DC ラベル導入時に DC ラベル非導入時と同等の性能が発揮されるかである。

実験結果より、提案システムでは、比較システムと同等の適合度を有する嗜好ルールを獲得できることが確認された。この実験においても、4(2)の実験結果と同様に、「好き」を表現するルールの適合度が、「普通」や「嫌い」を表現するルールよりも高くなる傾向が確認されている。

(4) 成果のまとめと今後の展望

(1) ~ (3)における成果は、これまでに国内学会発表、国際会議発表または学術論文を投稿するに至っており、一定の有効性が認められている。1 で記した背景は、現在でも大きく変化しておらず、説明可能な AI という観点では本研究の意義が示されている。また、同様の研究事例については、筆者らが知る限りでは国内外において確認されていない。本研究は、ユーザの感性情報を、言語ルールを交えて学習できるという観点で、これまでに実用化されている協調フィルタリングや機械学習手法とは異なる。

今後は、各種検証において得られている嗜好ルールについて、ユーザ同士での嗜好ルールの共通性や相互利用の可能性に関して検証を進めていく予定である。ダイレクトマニピュレーションの導入については、導入方法に関して改良の余地がある。また、視線情報を用いた評価においても一定の有効性は確認されているが、視線情報の利用方法改良や新たなインタフェース、さらにはユーザの生体情報を含む様々な情報から対象の好みを推測する仕組みを考案できる余地がある。

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 Yuka Nishimura, Hiroshi Takenouchi, Masataka Tokumaru	4. 巻 Vol.21, No.3
2. 論文標題 Extracting Preference Rules Using Kansei Retrieval Agents with Fuzzy Inference	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 pp.181-190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5057/ijae.TJSKE-D-21-00075	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10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Yuka Nishimura, Hiroshi Takenouchi, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Preference Similarity Analysis of User preference Rules using a Character Coordination System
3. 学会等名 HCI International 2020 - Posters Communications in Computer and Information Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村 優花, 竹之内 宏, 徳丸 正孝
2. 発表標題 ファジィ推論を用いたキャラクターコーディネートシステムにおける推論方法の検討
3. 学会等名 日本知能情報ファジィ学会 第37回ファジィシステムシンポジウム講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuka Nishimura, Hiroshi Takenouchi, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Reasoning Method in Character Coordination System Using Fuzzy Reasoning
3. 学会等名 The 22nd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村 優花, 竹之内 宏, 徳丸 正孝
2. 発表標題 Preference Rules Extraction using Kansei Retrieval Agents with Fuzzy Inference
3. 学会等名 第17回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹之内 宏, 山下 真京, 西村 優花, 徳丸 正孝
2. 発表標題 ダイレクトマニピュレーションを導入した感性検索エージェントシステムの試作
3. 学会等名 日本知能情報ファジィ学会 ソフトサイエンス研究部会 第32回ソフトサイエンス・ワークショップ & 同学会 評価問題研究部会 第26回曖昧な気持ちに挑むワークショップ (SSW&HM2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Takenouchi, Airi Hattori, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Music Recommendation System Considering Musical Score Features using Kansei Retrieval Agents with Fuzzy Inference
3. 学会等名 International Symposium on Affective Science and Engineering 2022 (ISASE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Takenouchi, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Applying Direct Manipulation of Preferred Clothes to Kansei Retrieval Agent System with Fuzzy Reasoning
3. 学会等名 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石原 由菜, 竹之内 宏, 徳丸 正孝
2. 発表標題 ファジィ感性検索エージェントを用いた楽曲レコメンドシステムにおけるDon't Careラベルの導入
3. 学会等名 日本知能情報ファジィ学会 第33回ソフトサイエンス・ワークショップ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroshi Takenouchi, Shion Isayama, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Automatic Virtual Makeup System Using User-Preference Information
3. 学会等名 HCI International 2023 Poster Presentation (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroshi Takenouchi, Yuna Ishihara, Masataka Tokumaru
2. 発表標題 Preference Rule Extraction with Kansei Retrieval Agent Using Fuzzy Reasoning for Music Retrieval
3. 学会等名 the 20th World Congress of the International Fuzzy Systems Association (IFSA) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

竹之内研究室のホームページ https://www.fit.ac.jp/~h-takenouchi/index.html
--

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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------