

令和 3 年 5 月 19 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11554

研究課題名（和文）評判情報サイトのレビュアー評価を用いた製品/サービスの適正な価値の推定

研究課題名（英文）An Estimation Method of A Fair Evaluation for Products and Services with Reviewer Evaluations in Reputation Information Sites

研究代表者

山田 和明 (Yamada, Kazuaki)

東洋大学・理工学部・准教授

研究者番号：80345149

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ECサイトの発展により誰でもウェブ上に製品やサービスを提供できるようになった。そのため、ウェブ上には玉石混交の製品/サービスが溢れるようになり、消費者は多種多様な製品/サービスから適正な価値を推定することが極めて困難になった。そこで、ユーザの製品/サービスの口コミや評価を投稿・共有できる評判情報サイトが注目されている。しかし、レビュアーは評価にゆらぎを含むため、常に適切に評価できるとは限らない。そのため本課題では、多数のレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定する手法を提案した。計算機実験の結果、提案手法はレビュアー評価数が少ない段階でも単純平均より推定精度が高いことを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発展が予想されるECサイトにおいて、消費者が多種多様な製品/サービスを安心して利用するには、多数のレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定する技術の確立が急務である。本研究は、粒子フィルタを用いて多様なレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を確率的に推定する点に学術的創造性があり、確率モデルにより記述することで、様々な統計的手法を活用した推定精度の改善が期待できる。また、粒子フィルタに自己組織型状態空間モデルを導入し、レビュアーと製品/サービスの双方に生じるゆらぎを同時に推定する点、製品/サービスの価値の時間変化に対応するためにオンラインで推定する点に学術的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Everyone could supply products and services on Web by growth of EC sites. Therefore, there are the mixture of good and bad ones in Web sites. It is difficult for consumers to estimate a fair evaluation of wide variety of products and services. Recently, reputation information sites where users can contribute and share an evaluation of products and services are focus on. However, reviewers cannot always evaluate products and services precisely because their evaluations fluctuate in the situation.

Thus, in this study, we proposed a novel estimation method to estimate the fair evaluation of products and services by using particle filter with self-organization state space model from many reviewer evaluations. We showed the proposed method can estimate more precise than simple average method even if a few reviewer evaluations, through simulation experimentations.

研究分野：Web情報学

キーワード：評判情報サイト レビュアー評価 製品/サービス 評価のゆらぎ 価値推定 粒子フィルタ 自己組織型状態空間モデル

1. 研究開始当初の背景

EC サイトやシェアリング・エコノミー[1,2] の発展により、ウェブ上には企業だけではなく個人が提供する製品やサービスが溢れ、消費者は多種多様な製品やサービスを簡単に利用できるようになった。一方、個々の消費者が、図 1 のようにプロバイダや製品/サービス、また、それらの文脈(来歴など)といった一次情報をウェブから入手することは難しいため、従来に比べて適正な価値を推定することが困難になった。そのため、Booking.com や Yelp といった評判情報サイトでは、多数のレビューやレビュアー評価などの二次情報から製品/サービスの価値を推定し、消費者に提供するサービスをグローバルに展開している。また、各評判情報サイトは、製品/サービスに評価を付けたレビュアーの信頼度を独自の手法で算出し、レビュアー評価を信頼度により重み付けすることで、製品/サービスの価値の推定精度を高めている。

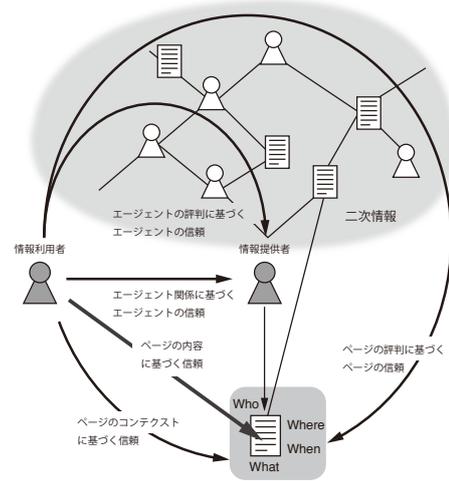


図 1 製品/サービスの評価方法

しかし、(1) 人は常に適正な評価ができるとは限らず、時間とともに評価の一貫性が保てなくなることが知られている[3]。また、人は期待した価値と実際の価値が一致しない場合、本来の価値よりも高く、あるいは、低く見積もる傾向がある[4]。一方、(2) 製品/サービスは、利用者数やソフトの充実、アフターサービスの有無といったネットワーク外部性[5]により、その価値が時間とともに変化し、また、レストランやホテルなどでは、サービス提供者の技術の向上によりサービスの質が改善することがある。そして、(3) すべての製品/サービスが十分なレビュアー評価を得られるとは限らないため、少ないレビュアー評価から適正な価値を推定する必要がある。今後ますます発展が予想される EC サイトやシェアリング・エコノミーにおいて、消費者が多種多様な製品/サービスを安心して利用するためには、ウェブ上の二次情報から製品/サービスの適正な価値を推定する技術の確立が急務である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、評判情報サイトにおける人や製品/サービスに由来する上述の課題を克服するために、以下に示す技術的なテーマに取り組むことで、多様なレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定する評判情報システムを開発することである。

- 多様なレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値と、レビュアーと製品/サービスの双方に生じるゆらぎ(ノイズ)を同時に、かつ、オンラインで推定するために、ノイズを含んだ観測値からシステムの真の状態を確率的に推定する自己組織型状態空間モデルを用いた粒子フィルタ[6]を応用した推定手法を開発する。
- すべての製品/サービスに多数のレビュアー評価が付くとは限らないため、少ないレビュアー評価でも一定の推定精度を保証できるように、粒子フィルタで推定した製品/サービスの価値の確率分布から信頼度を算出する方法を開発する。

3. 研究の方法

本研究では、評判情報サイトにおける多様なレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定する評判情報システムを開発するために、次の2つのパートに分けて研究を進めた。

- 既存サイトから実データを収集してレビュアー評価と製品/サービスの価値に生じるゆらぎ(ノイズ)を分析し、製品/サービスの評価プロセスを確率モデルで記述する。
- 作成したモデルを基に評判情報サイトの仮想シミュレータを作成し、レビュアー評価や製品/サービスの価値のゆらぎを変えて、提案する評判情報システムの推定精度を改善する。

4. 研究成果

研究成果として、(1) 評判情報サイトのデータ分析に基づくレビュアーの評価プロセスのモデル化、(2) バイアスのかかったレビュアー評価を考慮した評判情報シミュレータの開発、(3) 粒子フィルタによる製品/サービスの適正な価値推定手法の開発を行った。

(1) 評判情報サイトのデータ分析に基づくレビュアーの評価プロセスのモデル化

飲食店の大手評判情報サイトの食ベログを対象にレビュアー評価の分析をおこなった。まず、投稿数の多いレビュアー50名と、そのレビュアーが評価した飲食店の総合評価を取得し、図2に示すようにレビュアーごとに2次元平面上にプロットした。図2の横軸はレビュアーが評価

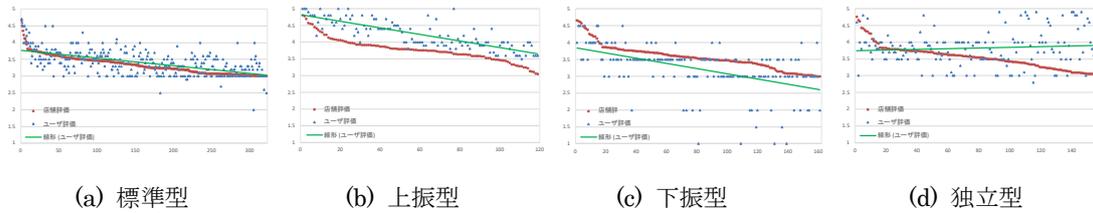


図2 レビューア評価の傾向

した件数，縦軸は飲食店の総合評価を表す．また，飲食店の総合評価を赤，その飲食店に対するレビューア評価を青，レビューア評価の直線近似を緑で表す．なお，飲食店の順番は総合評価の高い順にソートしている．飲食店の総合評価とレビューア評価との誤差の平均からレビューア評価の特徴を次の4種類に分類した．

- ・標準型：誤差平均が±0.18 であり，総合評価と同程度の評価を付ける傾向があるレビューア
- ・上振型：誤差平均が+0.18 以上であり，総合評価より高く評価する傾向があるレビューア
- ・下振型：誤差平均が-0.18 以下であり，総合評価より低く評価する傾向があるレビューア
- ・独立型：総合評価と関連なく評価する傾向があるレビューア

レビューア50名を上記4種類に分類した結果，標準型52%(26名)，上振型30%(15名)，下振型14%(7名)，独立型4%(2名)となった．すなわち，総合評価と同程度の評価を付ける傾向があるレビューアが5割程度，総合評価より高く，あるいは低く評価する傾向があるレビューアが4割程度，総合評価と大きく異なるレビューアが少数存在することがわかった．

以上の結果から，レビューア(User)が時刻 t における製品/サービス(Contents)の適正な価値 x_t を評価 y_t と誤認するプロセスを確率モデルとして定式化した．このモデルは，レビューアが製品/サービスの価値に発生するゆらぎ v_t により，製品/サービスの本来の価値 x_t からズレた価値 $x'_t = f(x_t, v_t)$ を観測し，レビューアが評価する際に生じるゆらぎ w_t により価値を $y_t = h(x'_t, w_t)$ と評価することを表す．なお，製品/サービスとレビューアのそれぞれのゆらぎ v_t と w_t は，平均 m_i ，分散 σ_i^2 の正規分布に従うと仮定している．

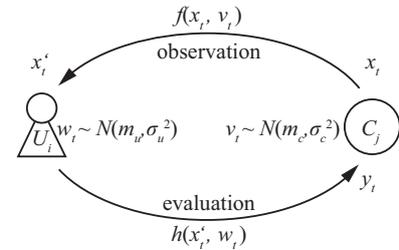


図3 レビューアの評価プロセス

(2) バイアスのかかったレビューア評価を考慮した評判情報シミュレータの開発[7]

評判情報サイトの分析結果から，すべてのレビューアが常に製品/サービスの適正に評価できるとは限らず，約5割のレビューア評価にはバイアスがかかっていることがわかった．先行研究では，消費者は評判情報サイトの総合評価を鵜呑みにせず，様々な情報（レビュー数や評価の分布，レビューアの専門性や信頼性，投稿からの経過時間など）から総合評価の信憑性を確認し，意思決定していることを明らかにしている．しかし，消費者は顧客満足度が高いとレビューア評価を高く付け，逆に低いとレビューア評価を低く付ける傾向がある．そのため，バイアスのかかった多数のレビューア評価から算出された製品/サービスの総合評価に基づいて，他の消費者が意思決定することで，評判情報サイトにおける製品/サービスの総合評価が，どのように変化するかを正しく理解することは重要である．

マーケティングの分野では，消費者の顧客満足は「消費者が製品/サービスを利用する前に期待した価値（事前期待）」と「製品/サービスを利用して得られた価値（知覚価値）」との差として記述される．また，消費者の事前期待は製品/サービスの効用とその発生確率から算出される．ただし，新製品の事前期待は，その効用や発生確率が不明なため，過去に利用した製品の効用と新製品との類似度から推測されると考えられている．そのため，評判情報サイトでは，消費者は製品/サービスの利用経験がない場合，様々な情報（レビュー数やレビュー内容など）から事前期待を推定し，利用経験がある場合，過去の経験から事前期待を推定していると考えられる．したがって，評判情報サイトにおいて，消費者は製品/サービスの総合評価から事前期待を推定し，顧客満足度に基づいてレビューア評価を付ける．そして，製品/サービスの総合評価は，多数のレビューア評価に基づいて更新され，他の消費者は更新された総合評価から事前期待を推定するという循環が発生する．このような循環が長期間続くことで，製品/サービスの総合評価が適正な値，あるいは適正な値からズレた値に収束する可能性がある．そこで本研究では，バイアスのかかった多数のレビューア評価が他の消費者の意思決定に与える影響，および製品/サービスの総合評価が適正な値に収束することができるのかを分析するために，評判情報シミュレータを開発し，検証を行った．その結果，次の知見が得られた．

- ・製品/サービスが過小評価されている場合：消費者がその製品/サービスを利用しなくなるた

め、評価の更新が進まず、適正な評価に収束しない。

- ・製品/サービスが過大評価されている場合：上振型のレビュアーが多く利用すると、過大評価された状態が続き、レビュアー評価が適正な評価に収束しない。一方、標準型、あるいは下振型のレビュアーが多く利用すると、レビュアー評価が適正な評価に収束する。
- ・製品/サービスの評価が適正な場合：初期に下振型のレビュアーが多く評価すると、過小評価となるため、他の消費者が利用しなくなり、適正な評価に収束しない。

以上の結果から、評価の偏り方が類似したレビュアーが多く利用した場合、製品/サービスの総合評価を単純平均で更新しても適正な評価に収束しない可能性があることがわかった。一方、評価の偏り方が様々なレビュアーが多く利用し、製品/サービスの総合評価を更新することで、適正な評価に収束する可能性が高いことを確認した。

(3) 粒子フィルタによる製品/サービスの適正な価値推定手法の開発

既存の評判情報サイトを分析し、レビュアーの評価プロセスをモデル化した。その結果、製品/サービスの適正な価値を推定するには、製品/サービスに発生するゆらぎと、レビュアーが評価する際に生じるゆらぎの両方を考慮する必要がある。また、製品/サービスとレビュアー評価に生じるゆらぎの特性は事前に知ることができないため、レビュアーが製品/サービスを評価したインタラクションの履歴からゆらぎの特性を推定する必要があることがわかった。そこで、本研究では、粒子フィルタの一種である粒子スムーザ (Particle Smoother : PS) [8] と局所回帰平滑化の一種である Loess により、製品/サービスの適正な価値を推定する手法を提案した。また、提案手法は、粒子スムーザに自己組織型状態空間モデルを導入することで、製品/サービスおよびレビュアー評価に生じるゆらぎの特性もあわせて推定するという特徴を有する。

提案手法の手順は、次の通りである。まず、レビュアーや製品/サービスが登録されるとユーザモデル U とコンテンツモデル C を作成する。ユーザモデル U は N 個の粒子を持ち、各粒子はユーザの評価のゆらぎ w の大きさを表す分散 σ^2 を記憶している。コンテンツモデル C も N 個の粒子を持ち、各粒子はコンテンツの評価値 x とコンテンツに発生するゆらぎ v の大きさを表す分散 σ^2 を記憶している。そして、ユーザがコンテンツを利用したとき、以下の手順に従ってコンテンツの適正な評価値と、同時にユーザとコンテンツに発生するゆらぎを推定する。

- ① ユーザ i がコンテンツ j を利用して評価すると、評判情報システムはユーザモデル U_i とコンテンツモデル C_j が記憶している変数を結合した状態ベクトルを生成する。そして、生成された状態ベクトルから構成された粒子集団を状態空間に配置する。時刻 $t-1$ におけるコンテンツの評価値の確率分布はこの粒子集団によって近似される。
- ② ユーザが付けた評価 y_t に基づいて粒子フィルタにより時刻 t における粒子集団を生成する。
- ③ 状態ベクトルの要素を分離し、ユーザモデルとコンテンツモデルの変数を更新する。
- ④ 時刻 t の粒子集団からコンテンツの評価値を計算する。
- ⑤ Loess によってコンテンツの評価値を計算する。

なお、提案手法では、粒子フィルタの推定値を Loess により平滑化した値をコンテンツの評価値とする。これは、Loess により粒子フィルタの推定値に含まれるノイズを除去するためである。

提案手法の有効性を検証するために、実験では、自己組織型状態空間モデルを導入した粒子スムーザにより各ユーザの評価のゆらぎを推定する。その後、評価のゆらぎを推定されたユーザが、新規飲食店を評価したとき、提案手法の推定精度が向上するか確認する。そのため、まず、ユーザ 50 名に飲食店 50 軒を評価し、その後、新規飲食店 50 軒を評価する。この一連の流れを 1 トライアルとし、実験では 25 トライアル行った。

図 4 はある飲食店の価値を粒子スムーザ (PS) で推定した結果と提案手法 (PS と Loess) の推定結果を表す。グラフの横軸は日数であり、縦軸は飲食店の総合評価を表す。赤線は飲食店の適正な価値であり、青の*は個々のユーザ評価を表す。緑、ピンクの線はそれぞれ PS、提案手法 (PS と Loess) の推定結果を表す。なお、提案手法は PS と Loess のラグタイムをそれぞれ 5 と設定しているため、10 日前の推定値を出力する。そのため、グラフは 40 日までの結果がプロットされている。この結果から、PS はユーザが飲食店の適正な評価値から外れた評価を付けても補正していることがわかる。また、提案手法は PS の推定結果に Loess を掛けることで、PS のみで推定するより推定精度が向上している。

次に、提案手法によって、あるユーザ評価のゆらぎの大きさ (標準偏差) を推定した結果を図 5 に示す。グラフの横軸は日数、縦軸はユーザ評価のゆらぎの大きさ (標準偏差) を表す。赤と緑の線はそれぞれユーザ評価の標準偏差と自己組織型状態空間モデルによる推定結果を表す。この結果から、提案手法が 40 日頃にはユーザ評価の標準偏差を精度よく推定していることがわかる。図 6 はユーザ 50 名が 1~50 日の間に飲食店 50 軒を評価した後 (図 6(a)), 51~100 日の間に新規自己組織型状態空間モデルを導入することで、50 軒を評価した場合 (図 6(b)) の飲食店の価値と各手法の推定値との二乗平均平方根の対数を示す。なお、推定手法として平均 (Average)、単純移動平均 (SMA)、PS、提案手法 (PS と Loess) を使い、グラフではそれぞれ橙、

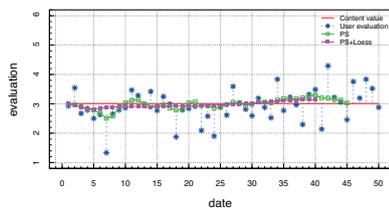


図4 ある飲食店の価値の推定結果

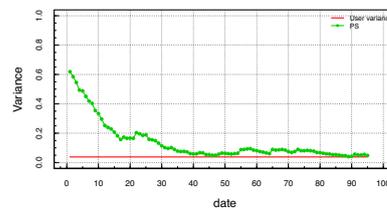
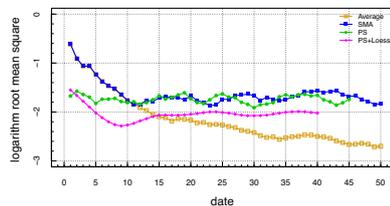
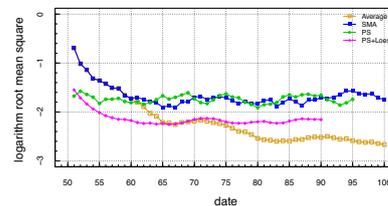


図5 あるユーザ評価のゆらぎの標準偏差



(a) 1~50日の推定結果



(b) 51~100日の推定結果

図6 飲食店の価値と推定値との二乗誤差平方根

青、緑、ピンクの線によって表す。これらの結果から、提案手法 (PS と Loess) は 15 日頃までは他の手法より推定精度が高いことがわかる。これは提案手法が、PS によりユーザ評価を補正し、Loess により平滑化しているためだと考えられる。図 6 の結果から、提案手法の推定精度は自己組織型状態空間モデルを用いてユーザ評価の標準偏差を推定することで、1~50 日の結果より向上していることがわかる。そのため、提案手法は他の手法より少ないユーザ評価から精度よく飲食店の適正な価値を推定できると期待できる。

本研究では、評判情報サイトにおける多数のレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定するために、まず、評判情報サイトのレビュアー評価を分析し、レビュアーの評価プロセスのモデル化を行った。次に、多様な評価基準を有する多数のレビュアーが製品/サービスを評価し、その評価を基に他の消費者が製品/サービスを選択したときの影響を計算機実験より明らかにした。上記の知見を基に、自己組織型状態空間モデルを用いた粒子スモーカーにより多数のレビュアー評価から製品/サービスの適正な価値を推定する手法を提案し、計算機実験により提案手法の有効性を確認した。

参考文献

- [1] 総務省編, 平成 27 年度版情報通信白書, ぎょうせい, 2015.
- [2] 大橋知佳, 古くて新しい?!「シェアリング・エコノミー」, 日経研月報, pp. 54-66, (2016).
- [3] 神蔦敏弘, 協調フィルタリングの課題: プライバシー, サクラ攻撃, 評価値のゆらぎ, 情報処理, Vol. 48, No. 9, pp. 966-971, 2007.
- [4] 小野譲司, JCSI による顧客満足モデルの構築, マーケティングジャーナル, Vol. 30 No. 1, pp. 20-34, 2010.
- [5] M. L. Katz and C. Shapiro, Network Externalities, Competition, and Compatibility, American Economic Review, 75(3), 424-440, 1985.
- [6] G. Kitagawa, Self-organizing state space model, Journal of the American Statistical Association, 93(443), 1203-1215, 1998.
- [7] 山田和明, 高橋裕紀, 西野成昭, 竹中毅, 評判情報サイトにおける製品/サービス選択時の事前期待の影響, 計測自動制御学会システム・情報部門第 15 回社会システム部会研究会, 沖縄産業振興センター, pp. 80-87 (2018. 3. 14).
- [8] 中野慎也, 上野玄太, 中村和幸, Merging Particle Filter とその特性, 統計数理, 56(2), 225-234, 2008.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kazuaki Yamada	4. 巻 23
2. 論文標題 Autonomous role assignment and task allocation in scalable swarm robotic systems using local interactions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 636-644
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10015-018-0500-8	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 -

1. 著者名 山田和明, 保田俊行, 大倉和博	4. 巻 66
2. 論文標題 マルチロボットシステムのための状態空間表現を適応的に切替える強化学習	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本機械学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/transjsme.17-00288	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9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 山田和明
2. 発表標題 認知の多様性が集団のパフォーマンスに与える影響の分析
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田和明
2. 発表標題 多様なメディアによる集団分極化への影響
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田和明
2. 発表標題 多数のレビュー-評価に基づいた製品 / サービスの価値推定
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuaki Yamada
2. 発表標題 An Autonomous Role Assignment by Response Threshold Model Based on Contact Stimulus with Foraging Ants
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics (SWARM 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原悠利, 山田和明
2. 発表標題 遭難者捜索におけるマルチエージェントシステムのための探索戦略
3. 学会等名 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長峰大智, 山田和明
2. 発表標題 各目的のCriticのうち最大TD-errorを用いてActorを更新する多目的強化学習
3. 学会等名 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田和明
2. 発表標題 評判情報サイトにおける製品/サービス選択時の事前期待の影響
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門第15回社会システム部会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田和明
2. 発表標題 レプリカ交換MCMCを用いた粒子フィルタ
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuaki Yamada
2. 発表標題 The Effects of Customer Expectations for Consumer Behavior in Reputation Information Sites
3. 学会等名 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering - CIRP ICME'18 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 技術情報協会編, 山田和明	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 514
3. 書名 人工知能を活用した研究開発の効率化と導入・実用化《事例集》(1章2節 執筆担当)	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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