

令和元年6月25日現在

機関番号：22605

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02972

研究課題名（和文）電子市場における取引者信頼度向上を実現する自動制度設計機構の開発

研究課題名（英文）Development of Mechanism Design System to Enhance Trustiness of Traders in Electronic Market

研究代表者

松尾 徳朗（Matsuo, Tokuro）

産業技術大学院大学・産業技術研究科・教授

研究者番号：80433142

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、電子経済活動における取引者の信頼形成を実現するための取引制度設計と社会実験に関連する。研究活動を通して次の成果を得た。(1) VCGメカニズムの単一財複数ユニットオークションに関して被験者実験を実施し、実用可能性を高めるための要因を明らかにできた。(2) 予測市場メカニズム設計におけるパラメータ調整の手法について扱えるようにし、シミュレータの試作を行なった。(3) スポンサーサーチオークションにおける外部性を取り入れた場合のメカニズムの設計し、一定の有効性を確認できた。(4) 状況を拡張し、サービス受益者の行動センシングに関する実験を実施し、現実世界での信頼形成とリンクさせた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、多様なメディアやサイバーフィジカル融合などをはじめとしたSociety 5.0時代における電子商取引の可能性の拡張について大きな貢献を与えることができる。とりわけ、従来実用性が乏しいと言われるVCGベースの入札における課題点を明らかとすることができ、さらにスポンサーサーチオークションなどにおける外部性が存在する際のメカニズム設計を可能とした。さらに、研究を現実世界での取引者の行動に拡張したことで、次世代のサイバーフィジカルやIoTとの連携の可能性について多大な知見を提供することが可能となった。

研究成果の概要（英文）：This research includes to design a trading mechanism and experimentation to realise trust formation in electronic commerce and business and provides mainly these 4 outcomes. (1) Factors to enhance the usability of VCG-based multi-unit auction are clarified through social experimentation. (2) In mechanism design in prediction market, parameter adjustment method is invented and created its simulator. (3) In sponsored search auction, a novel mechanism was proposed with external effect and was evaluated its effectiveness. (4) To extend the condition and situation, customers and consumers behaviour sensing system was developed. Through social experimentation, the system enables to support people's trust formation.

研究分野：知能情報学

キーワード：電子商取引 情報経済学 実験経済学 社会システム

1. 研究開始当初の背景

計算機ネットワーク上での市場での最も重要な問題の一つとして信頼形成の問題がある。基本的小さい「顔」が見えないことから、計算機ネットワーク上での市場では信頼形成が大変難しい。電子商取引において、よりフレキシビリティの高い現実的に利用が促進される制度設計手法の開発が望まれている。従来研究でその特徴が明らかにされていない信頼形成を対象とした自動的な計算論的制度設計方式に関する知見を得ることが求められている。取引上のユーザの知識や振る舞いなどに関して実験経済学的アプローチによりデータを収集し、それらを活用することで信頼形成に失敗している電子商取引の状況解明に活かし、それを克服する状況適応的な自動制度設計をリアルタイムに計算機が行い、ユーザの不正はもちろんのこと、非対称情報や不完全情報が発生する状況を防止することができ、ネットワーク上のユーザが安心して取引ができることが望ましい。

2. 研究の目的

本研究では、インターネット上の課題に関して、急務とされている電子経済社会における信頼形成に関して、実世界の電子経済に関する社会システム分析、電子経済制度設計（メカニズムデザイン）理論の構築、および応用ソフトウェアの実装および被験者実験による評価を通じた自動制度設計機構の開発という3つの側面からアプローチする。既存において制度設計研究は健全な市場形成には有望とされるが、プレイヤーの信頼形成とは関係が薄く、信頼形成を実現するメカニズムはこれまでに明らかにされていない。本研究では、信頼形成が機能しない状況を分析し、市場の信頼を向上させる取引手法に関する計算論的制度設計、および被験者実験をベースに自動制度設計機構を開発し、次世代ネットワーク上の取引制度開発の基盤となる知見を得る。さらに、オンライン取引のようなサイバー上の行為のみならず、現実世界の消費者の行動をセンシングすることによる取引者行為の類似性や移動の特徴づけを行う。オンラインで決済した取引者がサービスを楽しむ際に取る行動について、デジタルサインージュを用いた推薦の可能性について効果があることを確認する。

3. 研究の方法

本研究は次の3つの観点から構成される（ア）実験経済学アプローチによる社会システム分析、（イ）信頼形成や不正を低減させることができる電子経済制度設計、および被験者実験に基づく制度設計機構の評価である。さらにこれらに加えて、研究課題を拡張し、（ウ）サイバーフィジカルやIoTなどの観点での消費者行動分析に関する社会実験も試みた。まず（ア）に関して、動的環境のオークションに関する取引とその結果の分析のための実験を行う。被験者には、一定の条件のみを伝え、取引行為を行なわせる。実験における財の割り当てにおいて効率性を評価する。さらに、応用的な状況を対象として、スポンサードサーチオークションを扱った。新たなメカニズムの設計においてカスケードモデルを用い、計算時間を大幅に削減でき、かつスロット数に対してスケラブルなメカニズムを構築し、理論的解析およびシミュレーションによりその効果を評価する。（イ）に関して、入札実験を通じた入札値の正直申告に関する行動の発見について、過大申告や過少申告に注目して、入札データの解析を実施する。また、プライバシーを考慮した予測市場の運用メカニズムについて扱う。プライバシーを守るために必要な乱数パラメータの調整を検討する。（ウ）に関して、さらに経済行為の主体が電子的に商品の購入を行なったのちに、現実の世界でサービスを楽しむ状況について検討する。ここでは、センサーデバイスなどを用いて、取引者の位置情報や行動を分析する。これにより、顔の見えない状況と顔の見える状況が組み合わされた際の行為について、その特徴を明らかとする。

4. 研究成果

上記の研究目的と方法を通じて、下記の研究成果を得た。

- 財の供給が動的な環境におけるオークションモデルに対する経済実験のデザインおよび予備実験を行った。動的環境のオークションに対して、Parkes[D.C.Parkes2007]は戦略操作不可能なオンラインメカニズムを提案している。本研究では、オンラインメカニズムの被験者実験を行い、特性を評価することを目的とした。動的環境のオークション実験は、既存研究が少なく、実験の設計、インターフェースのデザイン、分析手法の開発などを位置から行う必要がある。それらの設計および、予備実験を行った。分析手法では、入力2項目のうちどちらが効率性の低下に影響しているかを分析するためのクロス分析手法を開発した。
- VCG メカニズムの単一財複数ユニットオークションに対する被験者実験を実施した。理論的に優秀な VCG メカニズムは被験者実験では、うまく働かないことが報告されているが、本実験によって、うまく動作する条件を突き止めることができた。さらに、被験者に提示するインターフェースの違いによる被験者行動の違いを測定するための実験を実施した。その結果、入札値の正直申告に関しての行動の違いは明らかになったが、どのような要因で、過大申告や過少申告を被験者が行うかについては今後の課題となった。
- 非羨望性を考慮した被覆制約付き複数財市場の価格決定に関する研究を行った。財の価格が同一の場合に対する厳密アルゴリズムをネットワークにおける最小費用流問題へ帰着させることによって構築し、その計算、配分効率性を評価した。評価においては、従来の

DGS オークションモデルを拡張し、ワルラス均衡が得られる場合に、ワルラス均衡とアルゴリズムの出力する割り当ての差異を測定した。スポンサードサーチオークションにおける外部性を取り入れた場合のメカニズムの設計、Twitter や議論掲示板などの自然言語の議論等において参加者を評価するためのモデルの開発、および、自動交渉において有効なエージェント戦略の提案と検証を行った。スポンサードサーチオークションの新たなメカニズムの設計には既存研究で提案されているカスケードモデルをもとに向上させた。理論的な解析およびシミュレーション実験により、既存手法と比較して計算時間を大幅に削減できており、スロット数に対してスケーラブルであることを明らかにした。

- 自然言語の議論における参加者の評価に関しては、自然言語処理と機械学習、複雑ネットワーク解析を組み合わせた新たな評価手法を提案した。実際の議論データに対して人手で参加者の評価を行い、それらを正解データとして、再現率、適合率、F 値の評価を行い、提案した手法がもっとも F 値が高いことが明らかになった。
- 複数ユニット組合せオークションに関する近似手法の適用に関するメカニズムデザイン面的検討と、プライバシーを考慮した予測市場の運用メカニズムに関する検討の 2 つの面から検討を行った。複数ユニット組合せオークションの近似手法に関しては、これまでに開発した近似手法のうち最も優れたものに対して前処理を適切に追加することにより、そのメカニズムとして満たす属性や近似特性を損なうことなく処理の高速化を実現できることを、数値解析により示した。
- プライバシーを考慮した予測市場の運用メカニズムに関する検討では、プライバシーを守るために必要な乱数パラメータの調整を、シミュレーションと Budget-limited Multi Armed Bandit アルゴリズムを組み合わせることで、効果的に調整できることを示した。
- 電子商取引に関して状況や環境を拡張し、財と金銭の交換のような取引だけではなく、サービスのような財の価値について買い手がある一定の期待を持ち購入するような財の取引に関して、イベントビジネスを対象に実験を実施した。実際のコンベンションにおいて行動センシングに関する実験を行い、データを収集した。得られたデータから、行動のパターンや参加者間の行動の類似性に関して、複数のタイプに分類できた。さらに、設置されたサイネージで、参加者が接近した際にその参加者に関して事前に表明した嗜好に基づき他の参加者が実施する講演に関して情報を推薦した。これらのサイバー空間での決済と、フィジカル空間でのサービスの享受の連携により、取引者が他の参加者とコンタクトを取り、無関係の参加者同士が信頼を形成していく過程に関する環境構築について成果を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

B.C. Das, S. Takahashi, E. Oki and M. Muramatsu: Approach to Problem, of Minimizing Network Power Consumption Based on Robust Optimization, International Journal of Communication Systems, 32, (2019)e3891.

Y. Matsuda and S. Takahashi: A 4-Approximation Algorithm for k-Prize, Collecting Steiner Tree Problems. Optimization Letters, 13(2), (2019)341-348.

Ryosuke Watanabe and Katsuhide Fujita, On Implementing an Automatic Headline Generation for Discussion BBS Systems -Cases of Citizens' Deliberations for Communities-, IEICE Transactions on Information and Systems, E101-D, 4, 855-873, 2018 年

B.C. Das, S. Takahashi, M. Muramatsu, and E. Oki, Network Congestion Minimization Models Based on Robust Optimization, IEICE Trans. on Communication, E101-B(3), 772-784, 2018 年

Takaki Matsune and Katsuhide Fujita, "Weighting Estimation Methods for Opponents' Utility Functions using Boosting in Multi-time Negotiations," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E101-D, No.10, pp.2474-2484, Oct. 2018.

S. Takahashi, Y. Izunaga, and N. Watanabe: An Approximation, Algorithm for Multi-unit Auctions: Numerical and Subject Experiments, Operations Research and Decision, 28(1), (2018)95-115.

Ryusuke Imada and Katsuhide Fujita, Sponsored Search Auction Considering Combinational Bids with Externalities, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E100-D, 12, 2906-2914, 2017 年

[学会発表](計 17 件)

Guu Kofujita and Satoshi Takahashi: An Acceleration Method for Equilibrium Solution Search in Multiple OD Selfish Routing Games, 6th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence in 7th International Congress on Advanced Applied Informatics, 2018.

Yusa Matsuda and Satoshi Takahashi: A 4-approximation algorithm for k-prize collecting Steiner tree problems, 23rd International Symposium on Mathematical Programming, 2018.

Kanako Ojima and Satoshi Takahashi: Emergency logistics network design based on hub-and-spork network, 3rd International Conference on Electric Vehicle, Smart Grid and Information Technology, 2018.

Ryohei Kawata, Katsuhide Fujita, "Cooperativeness Measure based on the Hypervolume Indicator and Matching Method for Concurrent Negotiations," The 11th International Workshop on Automated Negotiation (ACAN2018), 2018.

Ryota Ishikawa, Katsuhide Fujita, "Action Strategy in Sevens," 6th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (SCAI2018), 2018.

T. Sato, and N. Fukuta, A Simulation-based Interactive Tuning Approach for the Parameter Optimization of Privacy-preserved Prediction Markets, Proc. 7th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AA12018 / SCAI2018), pp.600--605, 2018.

T. Sato, and N. Fukuta, A BLMA-based Parameter Tuning Approach for Privacy-Preserving Prediction Markets, 6th International Congress on Advanced Applied Informatics, 2017.

Gaku Morio and Katsuhide Fujita, Competence Estimation: Classifying Expertise of Web Discussion Participants, 5th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence, 2017 年

Harini Musunuru, Roger Lee, Tokuro Matsuo, Improving Lives Through Donation Analysis, The 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, 2017 年

Keita Tsuji and Satoshi Takahashi, A Dynamic Programming Method for A Reverse Auction Model in Service Choice Markets, 6th International Congress on Advanced Applied Informatics, 2017 年

Tokuro Matsuo, Software Innovations in Tourism and Event Services, International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, 2017 年

Satoshi Takahashi, A Human Subject Experiment for Online Mechanism in Dynamic Environment Auctions, 6th International Congress on Advanced Applied Informatics, 2017 年

Satoshi Takahashi, Yoichi Izunaga and Naoki Watanabe, An Approximation Algorithm for Single-item Multi-unit Auctions: An Experimental Study, 13th European (formerly Spain-Italy-Netherlands) Meeting on Game Theory, 2017 年

Tokuro Matsuo, Social Service Innovations with Information Technologies, 17th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, 2016 年

Satoshi Takahashi, Tokuro Matsuo, A Revenue Improvement Auction Protocol for Advertisement Transactions, 31st International Conference on Computer and Their Applications, 2016 年

Satoshi Takahashi, Tokuro Matsuo, Optimal Strategy for Sellers in VCG based Electric Power Market, The 1st International Conference on Electric Vehicle, Smart Grid and Information Technology, 2016 年

Tokuro Matsuo, Satoshi Takahashi, Fundamental Protocol of Electricity Power Trades in Smart Grid, The 1st International Conference on Electric Vehicle, Smart Grid and Information Technology, 2016 年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：藤田 桂英

ローマ字氏名：Katsuhide Fujita

所属研究機関名：東京農工大学

部局名：大学院工学研究科

職名：准教授

研究者番号(8桁): 00625676

研究分担者氏名：福田 直樹

ローマ字氏名：Naoki Fukuta

所属研究機関名：静岡大学

部局名：情報学部

職名：准教授

研究者番号(8桁): 30345805

研究分担者氏名：高橋 里司

ローマ字氏名：Satoshi Takahashi

所属研究機関名：電気通信大学

部局名：大学院情報理工学研究科

職名：准教授

研究者番号(8桁): 40709193

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、研究者個人に帰属されます。