

平成 22 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006 年度～2009 年度
 課題番号：18300049
 研究課題名（和文）計算論的メカニズムデザインに基づく e-ビジネス支援機構の設計と実装
 研究課題名（英文）Design and Implementation of e-Business Support Mechanisms
 based on Computational Mechanism Design Theories
 研究代表者
 伊藤 孝行（TAKAYUKI ITO）
 名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
 研究者番号：50333555

研究成果の概要（和文）：

本研究では、計算論的メカニズムデザイン理論やその他の理論を用いて、いくつかの e-ビジネス支援機構を設計および実装し、その評価を行った。計算論的メカニズムデザイン理論に関しては、価値が相互に依存する場合のオークションメカニズムや、複雑な効用空間を前提とした自動合意形成機構について成果があった。また、e-ビジネス支援システムとして、目的指向推薦システム、オークションにおける参加者の信頼度評価システム、フランチャイズビジネス基幹システムなど、いくつかのシステムを試作評価し、成果があった。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we designed, implemented and evaluated several e-business support systems based on computational mechanism design theories and other theories. In terms of computational mechanism design theories, we proposed and designed the interdependent value auctions and complex automated negotiation mechanisms. Also, we designed and implemented aim-oriented recommendation systems, trust evaluation system for auctions, and franchise business task allocation systems. We confirmed that these systems can work effectively by conducting some experiments.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2007 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2008 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
総計	15,400,000	4,620,000	20,020,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：知能情報処理，マルチエージェントシステム，電子商取引

1. 研究開始当初の背景

ネットワークのブロードバンド化により、インターネット上の商取引が爆発的に普及している。インターネット上の商取引を含めて、計算機ネットワークを用いて効果的に行われるビジネスをe-ビジネスと呼ぶ。インターネット上でe-ビジネスの活動の大部分が行われることによって、以下のような課題があることが分かっている。

【極めてダイナミックかつ極めて広範囲なビジネス支援】インターネット上の不特定多数の顧客やビジネスパートナーとの広告、マーケティング、およびセールスは、極めてダイナミックかつ、極めて広範囲に対して行う必要がある。例えば、インターネット上の広告システムでは、広告主と広告を表示するウェブページの所有者の大規模かつ超高速なマッチングメカニズムが必要になる。このようなダイナミックかつ広範囲なビジネス活動を効果的に支援するメカニズムの理論的設計およびシステムの構築が不可欠である。

【詐欺や談合の発見と防止】近年、インターネット上ではフィッシングなどによる詐欺が横行している。また、インターネット上のオークション特有の問題として、不特定多数の参加者が存在するために、商品（財）の質が明確に分からないという点がある。財の質が分からない参加者が高値で買ってしまうというような事を防止する必要がある。さらに、虚偽の電子メールによる匿名入札や、インターネットオークションでのさくら入札など、極めて多くのインターネット特有の詐欺や談合が報告されており、これらを防止するためのメカニズムの理論的設計と支援システムの構築が不可欠である。

【計算論的メカニズムデザインに基づく全く新しいビジネスプロセスの開拓】ミクロ経済学やゲーム理論の分野では、30～40年前から社会的に望ましい性質を持つ社会制度を設計するというメカニズムデザインという分野がある。ここでは、数学的モデルの緻密な構築によって、極めてエレガントな社会制度が実現されている。しかし、5～10年前までは計算機の性能の問題からこれらの経済モデルを高速かつ正確に再現できるプログラムはなかった。近年、これらの経済モデルを厳密に再現できる計算パワーを持つ計算機が、比較的安価になっており、厳密な経済理論を計算機によって実現することが可能になってきた。これは計算論的メカニズムデザインと呼ばれる。以上から、今までにはなかったが、経済理論としてはすでに存在していたビジネスの方法をインターネット上で実現することにより、e-ビジネスをよ

り効果的に促進できる仕組みを実現できる。

2. 研究の目的

以上の3つの課題に対して、本研究では、ゲーム理論をツールとして用いることによって、各課題に関してe-ビジネス支援モデルを理論的に設計し、具体的に実機上にシステムとして実装する。本システムではソフトウェアエージェントによって、ユーザのWWW上でのインタラクションを効果的に支援する。さらに有効性を実証実験によって明らかにする。具体的には以下の3つを研究目的とする。

【研究目的1】Web上のインタラクティブなe-ビジネス支援システムの実装

各課題に着目したe-ビジネスメカニズムに実機上に実装し、その有用性を確かめる。特に既存のオークションサイトではWebブラウザからの入力非常に複雑である。そこで、本研究では、動的なWebページ構築技術を用いてe-ビジネス支援システムを実現する。

【研究目的2】ゲーム理論に基づく詐欺や談合を防止するためのe-ビジネスモデルの理論設計

詐欺や談合を防止するためのe-ビジネスモデルを設計する。まずオークションメカニズムに注目しゲーム理論を用いて、理論的に望ましいオークションメカニズムを設計する。E-ビジネスにおいて今後ますます増加するソフトウェアなど情報財のオークションメカニズムを設計する。

【研究目的3】e-ビジネスメカニズムとシステムの有効性の実験

理論的に望ましいメカニズムを実装したシステムを使って、その有効性を確かめるために、インターネット上での実証実験を行う。ここでは、理論的に設計したオークションメカニズムの実現可能性、および実装システムの頑健性やユーザビリティを検証する。

3. 研究の方法

◎平成18年度◎

平成18年度は、研究目的1と研究目的2を中心に研究を遂行する。これらの成果を19年度以降に統合し、研究目的3の実証実験を遂行する。以下平成18年度の計画の詳細を示す。

【研究目的1】Web上のインタラクティブなe-ビジネス支援システムの実装

研究目的1では、主にシステムの実機への実

装を行う。フェーズを3つにわけて試作をおこなっていった。また、試作をしながら、サブテーマが生まれたので、それぞれ検討し、試作を行った。

【研究目的2】ゲーム理論に基づく詐欺や談合を防止するためのeビジネスモデルの理論設計。

研究目的2は、eビジネスメカニズムとしてオークションを取り上げ、ゲーム理論に基づく理論的設計を行う。以下の2つのサブテーマを設定する。《サブテーマ1》談合に頑健なオークションプロトコルの設計

インターネット上のオークションで、最大の問題となる談合に頑健なオークションプロトコルの設計を行う。《サブテーマ2》財の質に注目したオークションプロトコルの設計ソフトウェアや音楽ファイルなど、財そのものよりもその質に価値が認められる財が増えている。そこで、財の質に注目したオークションプロトコルを設計した。

◎平成19年度◎

本年度は、平成17年度に【研究目的1】で理論的に設計したオークションプロトコル、及び、【研究目的2】で開発したエージェントインフラストラクチャとユーザーインターフェースを統合して、【研究目的3】の実証実験のための実験システムを構築した。

◎平成20年度◎

本年度は、平成19年度に開発した実験システムの洗練化と、実験システムによる予備実験を行うことに重点をおいた。また理論的研究も同時に進めた。

◎平成21年度◎

本年度は最終年度であるため、前半(4月から9月)に【研究目的3】の実験を中心に行い、後半(10月から3月)には、各関連学会や国際会議での論文出版と発表を、より積極的に行った。

4. 研究成果

下記に研究成果を項目別に述べる。

【計算論的メカニズムデザイン理論】

計算論的メカニズムデザイン理論では、まず価値が相互に依存する場合のオークションメカニズムを世界で初めて具体的に示し、国際会議AAMAS2006にて最優秀論文賞を受賞した。

(価値が相互に依存する場合のオークションメカニズム)本オークションでは、Dasgupta and Maskin(不確定入札(Contingent Bids))モデルを採用する。不確定入札モデルでは、「もしプレイヤー1が財Aに対してx円入札するならば、私はy円入札す

る」というような入札形式を用いる。本論文の貢献は、第1に、相互依存価値を前提とした、単一財の取引において線形の相互に依存する評価関数モデルを提案する点である。第2に、線形の相互依存価値モデルが単一財第二価格オークションにおいて経済的に効率的(Efficient)なオークションが存在するような条件を示す点である。本オークションは勝者と支払額を不確定入札によって定義される評価関数の写像の不動点を用いて計算することによって、真実申告最良(Truthful)で効率的となる。第3の貢献は、上記の提案オークションよりも、収益を改善できる単一財オークションを探索によって発見する手法を提案する点である。

また複雑な効用空間を仮定した場合の自動交渉メカニズムは、研究エリアとしての広がりを見せている。

(電子商取引のための複雑な交渉メカニズム)複数の論点を含む交渉問題を扱う研究領域として、多論点交渉問題が有望視されている。既存の研究では、論点の独立性が仮定されていたため、エージェントは、線形の効用関数から得られる各論点に関する効用の総和を取ることで、解を得る事ができた。実世界の問題においては、複数の論点が相互依存関係にあり、複雑な非線形の効用関数をとる場合が多く、既存手法の適用には限界がある。本論文では、より一般性の高い、非線形の効用関数を仮定した交渉問題に対して有用な、新たな交渉プロトコルを提案する。具体的には、エージェントによる、効用空間のサンプリングに基づく提案の生成手法、およびオークションメカニズムに基づく、社会的効用の最大化のための合意形成手法を提案する。実験の評価により、非線形の効用空間において、提案プロトコルが既存手法を凌ぐ性能を持つ事を示す。また、提案プロトコルを、誘因両立な性質を持つプロトコルとして理論的に拡張可能である事を示す。

【WWWを用いた実装システム】

WWWを用いて電子商取引や電子ビジネスを加速させるためのシステムとして、以下のようなシステムを実装した。これらのシステムでは、計算論的メカニズムデザイン理論からの知見と理論が多く取り入れられている。

(目的指向推薦システム)目的指向衣服推薦システムは、ユーザから入力される言葉の印象値を抽出し、商品の持つ印象値とマッチングさせることで推薦する。印象値とは、「カジュアル/フォーマル」、「シンプル/華やか」などのパラメータに与えられた値で、言葉や商品にはそれぞれ複数のパラメータに印象値が割り振られている。データベー

ス拡張のため、研究プロジェクト内では、言葉の印象値を定義する辞書(印象辞書)を、大規模な文章群を解析することで作成された。また、商品レビュー内の言葉を抽出し、印象辞書を用いて商品に印象値を割り振り、独自の商品データベースが作られた。作成した商品データベースと入力をマッチングさせユーザへの商品推薦が実現された。

(信頼評価システム) インターネットにおける商取引が盛んに行われている。特にインターネットオークションは電子商取引の中でも、大きな市場の一つである。現在、オークションにおけるユーザの信頼性を計る指標には、ユーザの互いの評価を累計する評価システムが広く用いられている。しかし、この評価指標には恣意的に値を操作できたり、取引の情報を反映しきれていないという問題点がある。そこで、本論文ではインターネットオークションにおけるユーザの評価を解析し、より取引の情報を反映させた評価指標を提案する。評価指標の提案にあたっては、第一に、ユーザの評価が何に起因しているかを解析するために、実際のインターネットオークションサイトから情報を収集を行った。第二に、ユーザの個々の評価を反映させるために、インターネットオークションの取引関係を使い、評価を伝播させることでユーザに得点を与えた。その結果、オークションにおける出品者、落札者の立場の違いで評価の基準が異なることが分かった。また本論文での提案手法で特定の要素における評価において優良なユーザを発見出来た。

(分散タスク割当システム) フランチャイズチェーンにおいて、フランチャイズ店舗間でのタスクの配分や割当は、電話やメールで行われるのが一般的である。本研究では、オークションメカニズムを用いたフランチャイズチェーンにおける分散タスク割当システムを、WWWを用いて構築した。本システムでは、WWWのウェブページをもちいてユーザがタスクをほかのユーザにアナウンスし、そのタスクをできる技術を持つユーザがタスクを請け負う。この際の取引の過程において、効率の良いマッチングを行ったり過去の経歴を参照できる実システムを実装した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 16 件)

1. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, and Mark Klein, "A Secure and Fair Protocol that Addresses Weaknesses of the Nash

- Bargaining Solution in Nonlinear Negotiation", Group Decision and Nego. Journal, 査読あり, 2010 (採録決定).
2. 藤田桂英, 伊藤孝行, Mark Klein, "複数論点交渉問題におけるセキュアでスケールアップな交渉プロトコルの提案", 電気学会論文誌(C), vol. 130, no. 4, 査読あり, 2010 (採録決定).
3. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, and Mark Klein, "Secure and Efficient Protocols for Multiple Interdependent Issues Negotiation," J. of Int. & Fuzzy Systems, Vol. 21, Issue 3, 査読あり, 2009.
4. Naoki Fukuta and Takayuki Ito, Fine-grained efficient resource allocation using approximated combinatorial auctions, Web Intelligence and Agent Systems: An International Journal Vol.7, No.1, pp.43-63, IOS Press, , 査読あり, 2009.
5. 小林真雄, 安藤哲志, 伊藤孝行, "Auction Network Trust: 電子商取引ネットワークにおけるユーザ間の関係を利用した評判メカニズム", 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J92-D, No.11, pp. 1869-1880, 査読あり, 2009.
6. Takayuki Ito, Mark Klein, and Hiromitsu Hattori: "A Multi-Issue Negotiation Protocol among Agents with Nonlinear Utility Functions: A Preliminary Report", Journal of Multiagent and Grid Systems, ios press, Vol 4, No. 1, pp.67-83, 査読あり, 2008.
7. 伊藤孝行, "計算論的メカニズムデザイン", コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会論文誌) Vol. 25, No.4, pp.20-32, 査読あり, 2008.
8. 藤田桂英, 伊藤孝行, 服部宏充, "複数論点交渉問題におけるエージェントの効用空間の公開範囲に基づく交渉手段の実現", コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会論文誌) Vol. 25, No.4, pp.167-180, 査読あり, 2008.
9. 福田直樹, 伊藤孝行, "短時間再割り当てを考慮した組み合わせオークション勝者決定の高速近似手法", コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会論文誌) Vol. 25, No.4, pp.208-225, 査読あり, 2008.
10. 服部宏充, 伊藤孝行, Mark Klein, "複数論点交渉問題のための効用空間の絞り込みに基づくマルチエージェント交渉手法", 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J90-D, No.9, pp.2336-2348, 査読あり, 2007.
11. 福田直樹, 伊藤孝行, "組み合わせオークションにおける多数入札時での勝者決定

の近似解法に関する一考察”, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J90-D, No. 9, pp. 2324-2335, 査読あり, 2007.

12. 伊藤孝行, David C. Parkes, “相互依存価値モデルに基づく不確定入札を用いた真実申告最良な組合せオークションの実現”, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J90-D, No. 5, pp. 1219-1228, 査読あり, 2007.
13. 伊藤孝行, David C. Parkes, “不確定入札に基づく真実申告最良な相互依存価値オークション”, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J90-D, No. 5, pp. 1209-1218, 査読あり, 2007.
14. 服部宏充, 伊藤孝行, Mark Klein, “非線形効用関数を持つエージェントのためのオークションに基づく交渉プロトコル”, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J89-D, No. 12, pp. 2648-2660, 査読あり, 2006.

[学会発表] (計 41 件以上)
(国際会議のみとした)

1. Hideyuki Sugiura, Bipin Khanal, Takayuki Ito, Masashi Iwasaki, Katsuhide Fujita, and Masao Kobayashi, SmartContractor: A Distributed Task Assignment System based on the Simple Contract Net Protocol, Proceedings of The 12th International Conference on Principles of Practice in Multi-Agent Systems (PRIMA2009), 査読あり, pp. 403-416, Dec 16, 2009.
2. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Mark Klein, “A Secure and Fair Negotiation Protocol in Highly Complex UtilitySpace based on Cone-Constraints”, The 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Intelligent Agent Technology (IAT2009), Milan, Italy, 査読あり, 2009年9月16日
3. Ivan Marsa-Maestre, Takayuki Ito, Katsuhide Fujita, Miguel A. Lopez-Carmona, Juan R. Velasco, Mark Klein, “Balancing Utility and Deal Probability for Negotiations in Highly Nonlinear Utility Spaces”, In the Proc. of the 21th International Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI-09), July 17 2009, 査読あり, in Pasadena, California, USA.
4. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Mark Klein, “A Secure Protocol with Approximated Fairness in Multiple Interdependent Issue Negotiation”, In the Proc. of the Eighth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2009), 査読あり, May 13, 2009 (Poster).
5. Masashi Iwakami, Takayuki Ito, Joaquin Delgado, “A Dynamic Interest Rate Adjusting Mechanism for Online Social Lending”, In the Proc. of the 8th International Joint Conf. on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2009), 査読あり, May 13 2009 (Poster).
6. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, and Mark Klein, “Finding Nash Bargaining Solutions for Multi-issue Negotiations: A Preliminary Result”, Proc. of the Working Conference on Human Factors and Computational Models for Negotiation (HuCom 2008), Netherland, 査読あり, Dec. 2008.
7. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Mark Klein, “A Multi-Round Persuasion based on Revealed Private Utility Space In Multi Issue Negotiations”, In the Proceedings of the Seventh International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2008), 査読あり, May 14, 2008 (Short).
8. Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, and Mark Klein “Effects of Revealed Area based Selection Method for Representative-based Protocol”, In the Proceedings of the 1st International Workshop on Agent-based Complex Automated Negotiations (ACAN 2008), 査読あり, May 12, 2008.
9. Fumiaki Minami, Mikito Kobayashi and Takayuki Ito, “A Proposal on Recommender System based on Observing Web-Chatting”, In the Proceeding of the 21st International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intellitent Systems (IEA/AIE2008), 査読あり, June 18, 2008.
10. Naoki Fukuta and Takayuki Ito, “Fast Partial Reallocation in Combinatorial Auctions for Iterative Resource Allocation”, In The Proceedings of The 10th Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents (PRIMA 2007), Bangkok, Thailand, 査読あり, Nov. 21-23, 2007.
11. Katsuhide Fujita and Takayuki Ito, “An Approach to Implementing A Threshold Adjusting Mechanism in Very Complex Negotiations: A Preliminary Result”, In The Proceedings of The 2nd

International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS277), 査読あり, Nov, 7, 2007 (Best Student Paper Award).

12. David Sarne, Sarit Kraus, Takayuki Ito, "Scaling-Up Shopbots - a Dynamic Allocation-Based Approach", In the Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2007), 査読あり, May 14-18, 2007. (Full)
 13. Takayuki Ito, Mark Klein, Hiromitsu Hattori, "Multi-issue Negotiation Protocol for Agents: Exploring Nonlinear Utility Spaces", In the Twentieth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2007), Hyderabad, India, 査読あり, January 6-12, 2007.
 14. Takayuki Ito, David Parkes, "Instantiating the Contingent Bids Model of Truthful Interdependent Value Auctions", In the Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2006), 査読あり, May 12, 2006(最優秀論文賞).
- 他。

[図書] (計 4 件)

1. Jung Jin Yang, Makoto Yokoo, Takayuki ITO, Paul Scerri, and Zhi Jin, "Principles of Practice in Multi-Agent Systems: 12th International Conference, PRIMA 2009, Nagoya, Japan, December 14-16, 2009, Proceedings," LNCS/LNAI, Vol. 5925, ISBN: 978-3-642-11160-0, 657 ページ, 2009.
2. Takayuki ITO, Minjie ZHANG, Valentin Robu, Shaheen Fatima and Tokuro MATSUO (Eds.), "Advances in Agent-Based Complex Automated Negotiations", Series of Studies in Computational Intelligence, Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-03189-2, 215 ページ, 2009.
3. Takayuki ITO, Hiromitsu HATTORI, Minjie ZHANG, and Tokuro MATSUO (Eds.), "Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multiagent Systems", Series of Studies in Computational Intelligence, Springer-Verlag, ISBN 978-3-540-76281-2, 184 ページ, 2008.

他.

[産業財産権]

○ 出願状況 (計 4 件)

名称: インターネットオークションにおけるユーザ評価システム

発明者: 小林真雄、伊藤孝行

権利者: 名古屋工業大学

種類: 特願 番号: 2009-192953

出願年月日: 2009 年 8 月

国内外の別: 国内

名称: 目的指向書籍推薦システム

発明者: 小林幹人、伊藤孝行

権利者: 名古屋工業大学

種類: 特願 番号: 2009-64213

出願年月日: 2007 年 9 月

国内外の別: 国内

名称: Web チャットの観測に基づく商品推薦システム

発明者: 見並史彬、伊藤孝行

権利者: 名古屋工業大学

種類: 特願 番号: 2009-104450

出願年月日: 2007 年 10 月

国内外の別: 国内

名称: ユーザの状況に応じた衣服推薦システム

発明者: 見並史彬、伊藤孝行

権利者: 名古屋工業大学

種類: 特願 番号: 2009-140032

出願年月日: 2007 年 10 月

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 孝行 (TAKAYUKI ITO)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 50333555

(2) 研究分担者

大園 忠親 (TADACHIKA OZONO)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 90324475

岩崎 敦 (ATSUSHI IWASAKI)

九州大学・システム情報科学研究所・助教
研究者番号: 30380679

横尾 真 (MAKOTO YOKOO)

九州大学・システム情報科学研究所・教授
研究者番号: 20380678

福田 直樹 (NAOKI FUKUTA)

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号: 30345805

松原 繁夫 (SHIGEO MATSUBARA)

京都大学・情報学研究所・准教授

研究者番号: 80396118