

平成21年 6月19日現在

研究種目：基盤研究 (B)  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17300046  
 研究課題名 (和文) ソフトウェアエージェントに基づく電子商取引メカニズムの設計と実装  
 研究課題名 (英文) Implementing an Electronic Commerce Mechanism  
 based on Software Agents  
 研究代表者  
 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

## 研究成果の概要：

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、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを理論的に設計し、具体的に実機上にシステムとして実装することを目的として、Web 上のエージェントに基づくシステム構築技術、オークションヘルプシステム、および、オークション勝者の並列高速近似アルゴリズムを実現した。本システムではソフトウェアエージェントによって、ユーザのオークションでの WWW 上でのインタラクションを効果的に支援することが可能になった。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	4,800,000	0	4,800,000
2006年度	3,800,000	0	3,800,000
2007年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2008年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
総計	15,400,000	2,040,000	17,440,000

## 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：エージェント、電子商取引メカニズム、Web

## 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電子商取引が、爆発的に普及している。例えば、インターネット上のオークションサイト Yahoo! Auctions には 6,000,000 個の商品が出品されていた。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

があった。これは、既存のオークションサイトが単純なオークションシステムを採用しているために、財の質を扱う事ができないためである。

関連研究として、CMU の T. Sandholm は、組合せオークションにおける高速な勝者決定アルゴリズムや自動メカニズムデザインを提案していた。CMU の K. Sycara らは、電子共同購入マーケットにおける効率的な財の配分方法を提案していた。Stanford 大学の Y. Shoham らは、組合

せオークションにおける高速な勝者決定アルゴリズムなどを提案していた。英国 Southampton 大学の N. Jennings らは、入札支援エージェントの効果的な入札戦略アルゴリズムを提案していた。以上、電子商取引メカニズムやオークションの理論的研究とシステムの実装研究を統合し推進する研究は国際的に存在せず本研究が挑戦的な試みであった。

## 2. 研究の目的

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、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを理論的に設計し、具体的の実機上にシステムとして実装することを目的とした。本システムではソフトウェアエージェントによって、ユーザのオークションでの WWW 上でのインタラクションを効果的に支援する。さらに実装システムの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つを研究目的とした。

**【研究目的1】** ソフトウェアエージェントを用いたインタラクティブな電子商取引システムの実装

財の質に注目した電子商取引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が非常に複雑である。そこで、本研究では、動的な Web ページ構築技術 (Web ブラウザから直接情報を書き込む技術) とソフトウェアエージェント技術を用いて、Web ブラウザ上から動的にオークションに参加できる電子商取引システムを実現する。

**【研究目的2】** ゲーム理論に基づく財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムの理論設計

財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを設計する。特にオークションに注目し、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。電子商取引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】** 電子商取引メカニズムとシステムの有効性の実証実験

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

インターネット上の電子商取引システム特有の課題 (架空名義入札、および、大規模な計算が可能) に対し、ゲーム理論やマイクロ経済学のツールを駆使してチャレンジした。

研究の目的で挙げた、3項目についてそれぞれ説明する。

**【研究目的1】** ソフトウェアエージェントを用いたインタラクティブな電子商取引システムの実装に関しては、主にシステムの実機への実装を行った。具体的には、サブテーマとして、ソフトウェアエージェント開発環境の実装、Web ブラウザ上でのインタラクティブなエージェント制御環境の実装、そして、オークション入札支援システムの試作、を行った。

サブテーマ1では、具体的な商取引システムを実装するためのソフトウェアエージェントの開発環境を実機上に実装した。特に、モバイルエージェントシステム MiLog を用いて、本ソフトウェアエージェント開発環境を構築した。具体的な機能としては、エージェントによる個人 Web サーバ機能、エージェント間通信交渉機能、エージェントの知識ベース構築機能を実装した。

サブテーマ2では、Web ブラウザから直接 Web ページに書き込んだり、Web ブラウザにプッシュ型の情報を送る事によって、リロードなしに、Web ページとインタラクションできる仕組みを実現した。本仕組みを用いて、Web ブラウザ上で永続的にサービスを提供するエージェントシステムを実現した。

サブテーマ3では、実際に電子商取引を支援するシステムのプロトタイプを実装した。具体的には、ある1人のユーザが、既存の複数のオークションサイトに対して、同じ商品に入札を

支援するシステムを実装した。本サブテーマは申請者が過去に行った研究成果としての実装システムを基に、サブテーマ2の技術を統合する事によって、よりインタラクティブなユーザインタフェースを持つ入札支援システムとして実現した。本システムは複数のエージェントによって構築するため、サブテーマ1のソフトウェアエージェント開発環境を用いた。

#### 4. 研究成果

研究成果として、ネットワーク上のソフトウェアやエージェントの協調・交渉の多くに適用可能な各種のアルゴリズム・メカニズム設計・開発された。電子商取引のための世界初の効率的な交渉メカニズムを発見することができ、日本のマルチエージェント研究のレベルを飛躍的に向上させ、かつ、ソフトウェアの有用な資産や知見を得ることができた。

2005年度は、ゲーム理論をツールとして用いることによって、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを理論的に設計し、具体的に実機上にシステムとして実装するために、本年度は、研究計画に従い、(A) ソフトウェアエージェントを用いたインタラクティブな電子商取引システムの実装と、

(B) ゲーム理論に基づく財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムの理論設計に関して、研究を進めた。これらの成果について、論文誌5件、国際会議9件を発表した。

(A)に関しては、(A1) モバイルエージェントシステム MiLog を用いたソフトウェアエージェント開発環境の構築、(A2) Web ブラウザ上でのインタラクティブなエージェント制御環境の実装、(A3) 非線形効用を仮定した場合のエージェント間の交渉モデル、の3点の成果が得られた。これらの成果では、次世代の電子商取引システムに必要なソフトウェア基盤を実現し、今後の研究に必要なソフトウェア資産を蓄積した。

(B) に関しては、(B1) 財の質に注目したオークションプロトコル、及び、不正入札者発

見アルゴリズムに基づく不正入札に頑健なオークションプロトコルの理論設計、(B2) 権利配分型プロトコルの評価、(B3) スタッグハントゲームにおける利得ドメインに対する被験者の振る舞いの変化の分析、の3点の成果が得られた。これらの成果により、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムの理論構築への道筋が開かれた。

2006年度は、ゲーム理論をツールとして用いることによって、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを理論的に設計し、具体的に実機上にシステムとして実装するために、本年度は、研究計画に従い、実証実験のための実験システムを構築した。これらの成果について、論文誌4件、国際会議2件を発表した。

第一に、既存のインターネットコマースの問題点を明らかにし、その問題点の特性に従い新しい解決手法を提案した。具体的には次の2点である。a) インターネットオークションにおける不正入札を入札値の不自然さで判断し、不正を行わないとみなした状況と行ったとみなした状況で効用を比較し、明らかに差分がある入札者を発見し市場から追放することで健全なオークションの実現を試みた。b) 電子商取引における不正を発見する手法として、入札者マージ法と除外法を開発し、それを二段階オークションメカニズムとして実現した。これらの研究成果により、不正に頑健な電子マーケットプレーヤーが実現可能になる。

第二に、電子商取引システムを効果的に実現するためのWeb上で動作するエージェント技術の改善を進めた。具体的には次の3点である。

c) Web上で動作するエージェントが実用的なアプリケーションの構築に利用可能であることを示した。d) 気軽なネットショッピングが普及する反面、ユーザの売買経験の少なさから意思決定がしばしば失敗するが、それを解決するために人間の直感的な考えに基づいた定性シミュレーションを導入した経済学習支援と電子商取引の意思決定支援の訓練の機構を実現した。

e) Webを用いた電子商取引のさらなる発展のために、電子商取引における SemanticWeb の可能性を調査した。

2007年度は、前年度に引き続き、ゲーム理論をツールとして用いることによって、財の質に注目した効率的な電子商取引メカニズムを理論的に設計し、具体的に実機上にシステムとして実装するために、本年度は、研究計画に従い、実証実験のための実験システムを改善し、応用研究も進めた。これらの成果について、国際会議5件を発表し、図書1冊を出版した。

第一に、電子商取引システムを効果的に実現するためのWeb上で動作するエージェント技術の改善を進め、実用的なアプリケーションを試作した。電子商取引参加者の分析のために多様なフォーマットのXML文章を自動的に解析し、共通のスキーマを得るための手法を開発した。

第二に、多様な条件における電子商取引を効率よくシミュレートするための、モバイルエージェントに基づく電子商取引シミュレータを試作した。複雑な設定無しにシミュレーションを並列で実行するためのモバイルエージェント技術の適用に関して知見を蓄積した。

第三に、組合せオークションにおける効率的で実用的な勝者決定アルゴリズムを実現するために、近似アルゴリズムに基づく開発し性能を評価した。4種類の近似手法を評価し、提案手法の高速性を示した。

2008年度は、オークションシミュレーションにおけるヘルプシステムに関連して、大きく分けて3つの成果が得られた。

第一に、インターネット上で効果的なヘルプシステムを実装するために必要なWeb上におけるエージェント技術に関する成果である。ここでは、ヘルプシステムに応用可能な技術として、Webページの意味を考慮した構造解析、および、Webページ上の位置を保存可能な付箋システムを新たに実現した。本成果に関して、論文誌1本、および、国際会議4本を発表している。

第二に、複数財オークションや共同購入において、参加者が不正を企んでも利益を増加できないメカニズムと、実際の複数財オーク

ションにおける一般参加者へのガイダンス手法についての成果である。前者は、入札パターンを分析することで、不正者の不正の成功率をシミュレーションにより明らかにした。そのデータを今後のメカニズム設計に利用可能である。後者は、既存のオンラインオークションのヘルプシステムの初心者にとっての欠点である利用し難いFAQ方式を、ユーザ行動に則した時系列表現による疑問解消を試みた。本成果に関して、論文誌2本と国際会議2件を発表した。

第三に、電子商取引のメカニズムの1つとして組み合わせオークションに着目し、昨年度までに開発を進めてきたオークション勝者の並列高速近似アルゴリズムの性能解析を進めるとともに、同アルゴリズムのエージェントプラットフォームへの組み込み方法に関する成果である。本件に関して、論文誌1本を発表した。以上のように、エージェントに基づく電子商取引のメカニズムの設計と実装に関して、高い成果を挙げた。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計16件)

1. 佐野博之 浅見昌平 大園忠親 新谷虎松, Web エージェントを用いた Web コンテンツへの付箋アノテーションの実現, コンピュータソフトウェア, 2009 (印刷中). 査読有り
2. Tokuro MATSUO, A Reassuring Mechanism Design for Traders in Electronic Group Buying, International Journal of Applied Artificial Intelligence, Vol. 23, No. 1, 2009. 査読有り
3. Naoki Fukuta, Performance Analysis about Parallel Greedy Approximation on Combinatorial Auctions, Lecture Notes on Artificial Intelligence, Vol. 5357, pp. 173-184, 2008. 査読有り
4. Yoshihito SAITO, Tokuro MATSUO, Multi-Leveled Value Model and Negotiation Mechanism in Multi-Agent Systems, International Journal of Computer and Information Science, Vo. 9, No. 4, 2008. 査読有り
5. Tokuro Matsuo, A New Pooled Buying Method based on Risk Management, New Trends in Applied Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), Vol. 4570, pp. 953-962, 2007. 査読有り
6. Tokuro MATSUO, Takayuki FUJIMOTO, A New Lecture Allocation Support System based on Users' Multiple Preferences in Campus Information Systems, International Journal of Computational Intelligence and Applications (IJCIA), Vol.6, No.2,

- pp. 245-256, 2006. 査読有り
7. MATSUO Tokuro, ITO Takayuki, SHINTANI Toramatsu, A new approach to detecting shill bids in e-auctions, International journal of intelligent information and database systems, vol. 1, no. 1, pp. 3-17, 2007. 査読有り
  8. Tokuro MATSUO, Takayuki FUJIMOTO, "An Effective Class Organization Support System based on Multi-attribute Utility Theory", Int. Journal of Computer Science and Network Security, Vol.6, No.1, pp. 102-107, 2006. 査読有り
  9. Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, An Online Method for Editing Any Web Page Using Proxy Agents, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 6, No. 5B, pp. 166-172, 2006. 査読有り
  10. Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, On a Web Mail System based on Web Agents, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 6, No. 5B, pp. 166-172, 2006. 査読有り
  11. Tokuro Matsuo, Masaki Komatsu, Takayuki Ito, Toramatsu Shintani, Q-SEE: Qualitative Simulation Support System in Economic Education, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.10, No.3, pp. 432-439, 2006. 査読有り
  12. Naoki Fukuta, Takayuki Ito, Comparing Semantic Web Service Frameworks in a Context of Auction Services, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 6 No. 4 pp. 100-107, 2006. 査読有り
  13. 伊藤孝行, 横尾真, 松原繁夫, 岩崎敦, Greedy な割当て手法に基づく Strategy-proof な組合せオークションプロトコルと公開競上げ式プロトコルへの拡張', 電子情報通信学会論文誌, Vol. J89-D, No. 5, pp. 943-953, 2006. 査読有り
  14. Iwasaki, Atsushi and Yokoo, Makoto and Terada, Kenji, A robust open ascending-price multi-unit auction protocol against false-name bids, Decision Support Systems, Vo. 39, No. 1, pp. 23-39, 2005. 査読有り
  15. Makoto Yokoo, Yuko Sakurai, Shigeo Matsubara, Robust double auction protocol against false-name bids, Decision Support Systems, Vo. 39, No. 1, pp. 241-252, 2005. 査読有り
  16. 岩崎敦, 松田昌史, 横尾真, 複数同一財権利配分型オークションの安定性: 被験者実験による検証, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D1, No. 9, pp. 1321-1330, 2005. 査読有り
- [学会発表] (計 19 件)
1. Masato Nakamura, Shohei Asami, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani, A Dynamic Rearrangement Mechanism of Web Page Layouts Using Web Agents, In Proceedings of the Twenty Second International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems IEA-AIE 2009, 2009 (採録済). 査読有り
  2. Hiroyuki Sano, Taiki Ito, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Building Web Annotation Stickies based on Bidirectional Links, In Proceedings of the Twenty Second International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems IEA-AIE 2009, 2009 (採録済). 査読有り
  3. Taiki Ito, Hiroyuki Sano, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani, A Hierarchical Web Page Segmentation Algorithm using Machine Learning, The Eleventh International Conference on Intelligent Systems and Control, 2008 (CD-ROM). 査読有り
  4. Hiroyuki Sano, Taiki Ito, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Building Web Annotation Stickies based on Bidirectional Links, The fifth Workshop on Semantic Web Applications and Perspectives, 2008 (CD-ROM). 査読有り
  5. Satoshi TAKAHASHI, Tokuro MATSUO, A Formalization of Quantity based Double Auction Mechanism, International Conference on Systems Engineering 2008, 2008 (CD-ROM). 査読有り
  6. Satoshi TAKAHASHI, Tokuro MATSUO, An Approach to Efficient Trading Model of Hybrid Traders based on Volume Discount, The 21th International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems, 2008 (CD-ROM). 査読有り
  7. Masayuki Kodama, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Realizing a News Value Markup Language for News Management Systems Using NewsML, In the Proc. of the Second International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS2008), pp. 249-255, 2008. 査読有り
  8. Masaya Eki, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Extracting XML Schema from Multiple Implicit XML Documents Based on Inductive Reasoning, Proc. of 17th International World Wide Web Conference (WWW2008), 2008. 査読有り
  9. Naoki Fukuta, Takayuki Ito, Short-Time Approximation on Combinatorial Auctions-- A Comparison on Approximated Winner Determination Algorithms, Proc. of The 3rd International Workshop on Data Engineering Issues in E-Commerce and Services (DEECS2007), pp. 42-55, 2007. 査読有り
  10. Satoshi Takahashi, Tokuro Matsuo, An Approach to Efficient Trading Model of Hybrid Traders based on Volume Discount, Proc. of The 21th International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE), Vol. 4570, 2008. 査読有り
  11. Tokuro Matsuo, Takayuki Ito, Robert Day, Toramatsu Shintani, "A Two-Stage Robust Combinatorial Auction Mechanism against

- False-name Bids”, In the Proceedings of the First IEEE Pacific Rim International Workshop on Electronic Commerce (IEEE-PRIWEC2006), 2006. 査読有り
12. Takayuki Ito, Mark Klein, and Hiromitsu Hattori, “A Multi-Issue Negotiation Protocol among Nonlinear Utility Agents : A Preliminary Report,” in Proceedings of the 2nd International Workshop on Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multi-agent Systems (RRS-2006), pp. 25-35, 2006. 査読有り
  13. 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), 2006. 査読有り
  14. Tokuro Matsuo, Takayuki Ito, Robert Day, Toramatsu Shintani “A Robust Combinatorial Auction Mechanism against Shill Bidders”, In the Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2006), 2006. 査読有り
  15. Takayuki Ito, Mark Klein, “A Multi-Issue Negotiation Protocol among Competitive Agents based on Auctions”, In the Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS2006), 2006. 査読有り
  16. Takayuki Ito, Makoto Yokoo, Shigeo Matsubara, and Atsushi Iwasaki “A New Strategyproof Greedy-Allocation Combinatorial Auction Protocol and its Extension to Open Ascending Auction Protocol” In the Proceedings of the Twentieth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI2005), pp. 261-266, 2005. 査読有り
  17. Takayuki Ito, Tokuro Matsuo, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani, “A Strategy-proof Mechanism based on Multiple Auction Support Agents” In the Proceedings of the 17th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems (IEA/AIE-2005), pp. 175-184, 2005. 査読有り
  18. Takahiro Koga, Noriharu Tashiro, Tadachika Ozono, Takayuki Ito, Toramatsu Shintani, “Web Page Marker: a Web Browsing Support System based on Marking and Anchoring”, In the 14th World Wide Web Conference(WWW2005), 2005.
  19. Yujiro Fukagaya, Tadachika Ozono, Takayuki Ito, Toramatsu Shintani, “MiSpider: A Continuous Agent on Web pages”, In the 14th World Wide Web Conference(WWW2005), 2005.
- [図書] (計1件)
1. Hong Lin, Hiromitsu Hattori, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Architectural Design of Multi-Agent Ssystems, Technologies and Techniques, Information Science Reference, p. 421, 2007.
- ## 6. 研究組織
- ### (1) 研究代表者
- 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
- ### (2) 研究分担者
- 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
- 横尾 真 (MAKOTO YOKOO)  
 九州大学・  
 大学院システム情報科学研究院・教授  
 研究者番号 : 20380678
- 岩崎 敦 (ATSUSHI IWASAKI)  
 九州大学・  
 大学院システム情報科学研究院・助教  
 研究者番号 : 30380679
- 福田 直樹 (NAOKI FUKUTA)  
 静岡大学・情報学部・助教  
 研究者番号 : 30345805
- 松尾 徳郎 (TOKURO MATSUO)  
 山形大学・工学部・准教授  
 研究者番号 : 80433142
- ### (3) 連携研究者
- 松原繁夫 (SHIGEO MATSUBARA)  
 京都大学・大学院情報学研究科・准教授  
 研究者番号 : 30345805