

令和元年6月1日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02745

研究課題名(和文) 稀な社会的状況を構成・分析するデータ指向シミュレーション技術

研究課題名(英文) Data-oriented simulation technology to generate and analyze rare social situations

研究代表者

和泉 潔 (Izumi, Kiyoshi)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授

研究者番号：10356454

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、非常に稀で予測困難だが甚大な影響をもたらす社会的状況にも対応し、頑強で信頼性の高い社会制度や経営戦略を設計するための工学的手法を開発し、実際の社会現象に適用することである。そのために、実データを基に稀な社会事象の内部メカニズムを探るための社会シミュレーション技術である「可能世界ブラウザ」を開発した。実務現場との共同研究により、金融市場での制度設計やマーケティング戦略の決定を題材に、提案手法の実証評価を行った。実問題の分析結果を反映させ、想定外のリスクとチャンスを分析対象にした可能世界ブラウザの実問題応用への適用を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の社会シミュレーションの多くは、既存の社会経済学の理論に基づいており、現実の人間が持つ状況への適応性または個人間の行動パターンの違いなどを、モデル構築に十分に反映することは少なかった。これに対して本研究は、社会的意図などの行動者の内部状態を考慮した動的モデルの構築を目指し、実データと社会シミュレーションの統合に関する基盤技術を開発した。本研究の成果により、ビッグデータを実際の社会経済システムの安全性や信頼性の向上に活用する新たな方法論となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop an engineering method for designing a robust and reliable social system and business strategy, responding to social situations that are extremely rare and difficult to predict, but having enormous impact. For that purpose, we have developed "Would-be World Browser", a social simulation technology for exploring the internal mechanisms of rare social events based on real data. We conducted an empirical evaluation of the proposed method on the basis of institutional design and marketing strategy decisions in financial markets through joint research with companies. Reflecting the analysis results of the real problem, we applied the would-be world browser to the real problem considering unexpected risks and opportunities.

研究分野：知能情報

キーワード：エージェント 人工知能 情報システム

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

Twitter や SNS 等のビッグデータの統計解析だけでは、社会現象の急激な変化に対応することは難しい。なぜなら、そういった構造的変化は、ミクロな個人行動とマクロな社会現象との相互依存的なダイナミクスから生じるからだ。ミクロ・マクロ問題の解決の一つであるエージェントベースの社会シミュレーション研究は 1990 年代から、計算組織論や人工市場、移動・交通など様々な社会経済現象について多くの成果をあげてきた。これまでに応募者も金融市場やマーケティング分野において、現場の実務者との共同研究で社会シミュレーションを社会的な意思決定に適用する研究を行ってきた。しかし、残念ながら多くの社会シミュレーション研究は、現実の状況を十分に反映して現実の社会的意思決定に活用できることは少なかった。

2000 年代後半から地球科学や環境科学の分野では、観測技術の進歩を背景に、数値シミュレーションに実測データの解析結果を融合させモデルの再現性や精度を高めるデータ同化の手法が急速に発展した。社会現象についても同様に、情報通信技術の進歩が、実際の社会経済的な場面での大規模な行動データを利用することを可能にした。これらの背景を基に、実データに基づく社会シミュレーションを上手に活用するための情報基盤技術が開発されれば、実際の社会的意思決定を支援する新たな工学的手法が提案されると考えた。特に金融市場のクラッシュや商品の大ヒットなど、非常に稀で予測困難だがシステム全体に甚大な影響をもたらす社会的状況を計算機上に再現し解析できれば、実際の社会システムの頑強性・安定性の向上に貢献できるはずだと考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、非常に稀で予測困難だが甚大な影響をもたらす社会的状況にも対応し、頑強で信頼性の高い社会制度や経営戦略を設計するための工学的手法を開発し、実際の社会現象に適用することである。そのために、実データを基に稀な社会事象の内部メカニズムを探るための社会シミュレーション技術である「可能世界ブラウザ」を開発する。(1)実データに基づく社会行動ルールの推定と(2)稀な社会状況の対話型シナリオ構成、(3)社会状況の発生メカニズム・操作戦略の推定といった基盤技術を開発する。実務現場との共同研究により、金融市場での制度設計やマーケティング戦略の決定を題材に、提案手法の実証評価を行う。

3. 研究の方法

本研究ではデータ指向型の社会シミュレーションの新たな方法論として「可能世界ブラウザ」を提案し、実際の社会現象に対応した基盤技術を開発する。

- 実データに基づく社会行動ルールの推定：実データを基に社会シミュレーションのエージェントの行動ルールを決定する方法論を構築する。
- 稀な社会状況の対話型シナリオ構成：対話型シミュレーション実行により、たとえ発生確率が低くともユーザの意思決定にとって重要なあり得るシナリオ(可能世界)を構成する技術を開発する。
- 社会状況の発生メカニズム・操作戦略の推定：構成したシナリオの内部状態から、どのようなプロセスでこの現象が起こりうるのかを解析する技術を開発する。

本研究では、実務現場との共同研究により、新たな開発した提案手法を具体的な社会事象にして適用する。金融市場制度設計やマーケティング戦略決定を題材に、基盤技術の適用手法について実証分析を行う。

4. 研究成果

実務現場との共同研究により、金融市場での制度設計やマーケティング戦略の決定を題材に、提案手法の実証評価を行った。下記の実問題の分析結果を反映させ、想定外のリスクとチャンスを分析対象にした可能世界ブラウザの実問題応用への適用を行った。

- 金融市場制度設計：数時間から数日間までの比較的短期間の市場の不安定性という、まれに起こるリスクを予防するための市場制度設計への応用手法を開発した。高頻度市場データを分析して、ユーザに制度や取引戦略と市場安定性の関係を提示し、制度設計で設定すべき要素を示唆するための応用を行う。ユーザが要素を考慮しながら、新たな市場制度や取引戦略を提案し、人工市場シミュレーションにより制度が市場安定性に与える影響を評価する手法の実応用性を検証した。
- マーケティング応用：数週間から数カ月間の特定商品ブランドのマーケットシェア急増という、まれにチャンスを引き起こすためのマーケティング戦略を探るために可能世界ブラウザを応用する実証研究を行った。研究協力者の有する POS データの分析をもとにしたエージェントベースのマーケティングシミュレーションを適用した。そして、ある商品分野を対象として、あるブランドの売上が増加するというシナリオをシミュレーションで作出し、どのようなエージェントのタイプが態度変容すれば、そのようなシナリオが起こりうるかを分析する手法の実用性を検証した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 17 件)

- Ryo Hamawaki; Kiyoshi Izumi; Hiroki Sakaji; Takashi Shimada; Hiroyasu

- Matsushima, Chain Bankruptcy Size in Inter-bank Network: the Effects of Asset Price Volatility and the Network Structure, *Journal of Computational Social Science*, 査読有, Volume 2, Issue 1, pp 53-66, 2019.
DOI:10.1007/s42001-019-00041-z
2. 和泉 潔, ビッグデータと人工知能を用いたファイナンス研究の潮流, *金融研究*, 30 巻 1 号, 日本銀行, pp. 15-28, 2019.
 3. Zhouhao Wang, Enda Liu, Hiroki Sakaji, Tomoki Ito, Kiyoshi Izumi, Kota Tsubouchi, Tatsuo Yamashita, Estimation of Cross-Lingual News Similarities Using Text-Mining Methods, *Journal of Risk and Financial Management*, 査読有, Vol.11, No.1, 2018.
DOI:10.3390/jrfm11010008
 4. Zhouhao Wang, Enda Liu, Hiroki Sakaji, Tomoki Ito, Kiyoshi Izumi, Kota Tsubouchi, Tatsuo Yamashita, Estimation of Cross-Lingual News Similarities Using Text-Mining Methods, *Journal of Risk and Financial Management*, 査読有, Vol.11, No.1, 2018.
DOI:10.3390/jrfm11010008
 5. 西岡 伸, 鳥居 拓馬, 楠本 拓矢, 松本 渉, 和泉 潔, マーケットメーカーがダーク・プールの存在する市場の効率性に与える影響: 人工市場アプローチによる分析, *人工知能学会論文誌*, 査読あり, 32 巻, 2017, 5 号 p. AG16-C_1-10
DOI: 10.1527/tjsai.AG16-C
 6. Ryo Ito, Kiyoshi Izumi, Hiroki Sakaji, Shintaro Suda, Lexicon Creation for Financial Sentiment Analysis using Network Embedding, *Journal of Mathematical Finance*, 査読有, Vol.7, No.4, 2017, PP.896-907
DOI: 10.4236/jmf.2017.74048
 7. Enda Liu; Tomoki Ito; Kiyoshi Izumi; Kota Tsubouchi; Tatsuo Yamashita, Extraction of Bi-graph Structures Among Multilingual Financial Words Using Text-Mining Methods, in "Economic Foundations for Social Complexity Science: Theory, Sentiments, and Empirical Laws", 査読有, pp. 179-191, Springer, 2017.
DOI:10.1007/978-981-10-5705-2_9
 8. Kiyoshi Izumi, Hiroshi Suzuki, Fujio Toriumi, Transfer Entropy Analysis of Information Flow in a Stock Market, in "Economic Foundations for Social Complexity Science: Theory, Sentiments, and Empirical Laws", 査読有, 2017, pp. 193-208, Springer
DOI:"10.1007/978-981-10-5705-2_10"
 9. Hiroki Sakaji, Risa Murono, Hiroyuki Sakai, Jason Bennett, Kiyoshi Izumi, Discovery of rare causal knowledge from financial statement summaries, *The 2017 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFEr)*, 査読有, 2017, pp.602-608.
DOI: 10.1109/SSCI.2017.8285265
 10. Tomoki Ito, Hiroki Sakaji, Kiyoshi Izumi, Kota Tsubouchi, Tatsuo Yamashita, Development of sentiment indicators using both unlabeled and labeled posts, *The 2017 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFEr)*, 査読有, 2017, pp.314-321
DOI: 10.1109/SSCI.2017.8280918
 11. Tomoki Ito, Hiroki Sakaji, Kiyoshi Izumi, Kota Tsubouchi, Tatsuo Yamashita, Development of an Interpretable Neural Network Model for Creation of Polarity Concept Dictionaries, *The 2017 IEEE International Conference on Data Mining Workshops*, 査読有, 2017, pp.1122-1131.
DOI: 10.1109/ICDMW.2017.159
 12. Hiroki Sakaji, Atsuya Miyazaki, Hiroyuki Sakai, Kiyoshi Izumi, Extracting Laboratory Front Pages from University Websites, *The 6th International Workshop on Web Services and Social Media In conjunction with The 20th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2017)*, 査読有, 2017, pp.1117-1125
 13. 松村 直樹, 和泉 潔, 山田 健太, POS データに基づく欠品時の顧客行動を考慮した小売店舗の購買シミュレーション, 査読有, 31 巻, 2016, pp. F-F13_1-8
DOI : 0.1527/tjsai.F-F13
 14. Torii, Takuma; Izumi, Kiyoshi; Yamada, Kenta, Shock transfer by arbitrage trading: analysis using multi-asset artificial market, *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 査読あり, volume 12, number 2, 2016, pp 395-412
DOI:10.1007/s40844-015-0024-z
 15. Mizuta, T. and Kosugi, S. and Kusumoto, T. and Matsumoto, W. and Izumi, K. and Yagi, I. and Yoshimura, S.; Effects of Price Regulations and Dark Pools on Financial Market Stability: An Investigation by Multiagent Simulations, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 査読有, Volume 23, 2016, Issue 1-2, pp 97-120
DOI: 10.1002/isaf.1374

16. 川久保 佐記, 和泉 潔, 連成型人工市場によるオプション取引戦略が原資産市場に与える影響の分析, 人工知能学会論文誌, 査読有, Vol.31, No.6, 2016, AG-D-1-10
DOI:10.1527/tjsai.AG-D 2016.
17. T. Mizuta, S. Kosugi, T. Kusumoto, W. Matsumoto, and K. Izumi, Effects of dark pools on financial markets' efficiency and price discovery function: An investigation by multi-agent simulations, Evolutionary and Institutional Economics Review, 査読有, Volume 12, Issue 2, 2015, pp 375-394
DOI:10.1007/s40844-015-0020-3

〔学会発表〕 (計 31 件)

1. Ryo Hamawaki; Kiyoshi Izumi; Hiroki Sakaji; Takashi Shimada; Hiroyasu Matsushima, Chain Bankruptcy Size in Inter-bank Network: the Effects of Asset Price Volatility and the Network Structure, Social Simulations and Supercomputers, Tokyo, Oct. 2018.
2. Shin Nishioka, Kiyoshi Izumi, Wataru Matsumoto, Takashi Shimada, Hiroki Sakaji and Hiroyasu Matsushima, Impact on Financial Markets of Dark Pools, Large Investor, and HFT, International Workshop on Artificial Market 2018, Tokyo, Oct. 2018
3. Masanori Hirano, Kiyoshi Izumi, Hiroki Sakaji, Takashi Shimada and Hiroyasu Matsushima, Impact Assessments of the CAR Regulation using Artificial Markets, International Workshop on Artificial Market 2018, Tokyo, Oct. 2018
4. 和泉潔, 米納弘渡, リスク管理が市場リスクをもたらしか: 高頻度・大規模な人工市場シミュレーション, 情報処理学会 第186回 ICS 研究発表会, 2017年3月2日-5日, 北海道
5. Kiyoshi Izumi, Hiroki Sakaji, David Malkin, Shirabe Ogino, "Artificial Intelligence and Machine Learning for Investment Management", Daiwa Investment Conference Tokyo 2018, March, 2018.
6. 和泉潔, 坂地泰紀, "金融テキストマイニングの最前線", 大和・東大未来金融フォーラム, 2018年3月.
7. 佐藤史仁, 佐久間洋明, 小寺俊哉, 田中良典, 坂地泰紀, 和泉潔, テキストマイニングによる有価証券報告書の因果関係文の抽出, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 39-43, 2018
8. 酒井浩之, 坂地泰紀, 和泉潔, 松井藤五郎, 入江圭太郎, 経済テキストからの市況分析コメントの自動生成, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 44-49, 2018.
9. 西村弘平, 坂地泰紀, 和泉潔, ベクトル表現を用いた因果関係連鎖の抽出, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 50-53, 2018.
10. 伊藤友貴, 坂地泰紀, 和泉潔, 深層学習を用いた経済テキスト可視化の検証, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 61-66, 2018.
11. 余野京登, 坂地泰紀, 和泉潔, 金融レポート、およびマクロ経済指数によるリアルタイム日銀センチメントの予測, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 67-68, 2018.
12. 伊藤諒, 坂地泰紀, 和泉潔, 須田真太郎, 単語の類義性・対義性を考慮したドメイン特化極性辞書構築, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 69-73, 2018.
13. 丸澤英将, 和泉潔, 坂地泰紀, 田村浩道, 本廣守, テキストマイニングによる金融レポートの自動生成支援, 人工知能学会第20回金融情報学研究会, pp. 74-81, 2018.
14. 坂地泰紀, 和泉潔, 専門分野の論理関係抽出のためのテキスト解析プラットフォーム, 社会システムと情報技術研究ウィーク, 2018.
15. 濱脇諒, 和泉潔, 坂地泰紀, 米納弘渡, 資産市場の価格変動と銀行間貸借ネットワークの形状が銀行の連鎖倒産に与える影響, 経営課題に AI を! ビジネス・インフォマティクス研究会, 2018.
16. 和泉潔, 人工知能技術の金融市場分析への活用の現状, 第46回 2016年度冬季 JAFEE 大会, 2017年2月17日・18日, 東京
17. 荻野調, 和泉潔, 坂地泰紀, "AI X FINTECH #12316; AI 予測の最適利用と実務", FIN/SUM WEEK 2017, 2017年9月.
18. 和泉潔, 坂地泰紀, "金融テキストマイニングによる企業や資産の価値評価", 大和・東大未来金融フォーラム, 2017年7月.
19. 和泉潔, 坂地泰紀, "人工知能(AI)技術の金融市場への応用の最新動向", 大和総研理事会, 2017年7月.
20. 和泉潔, 坂地泰紀, "人工知能技術を用いた金融データマイニング: その後の進展", 野村証券社内講演, 2017年5月.
21. 和泉潔, 坂地泰紀, "市場分析のための人工知能最前線", 三井物産社内講演, 2017年4月.
22. 丸澤英将, 和泉潔, 坂地泰紀, 田村浩道, 業種別企業業績要因を含む新聞記事の抽出, 人工知能学会第19回金融情報学研究会, pp. 71-77, 2017.
23. 伊藤諒, 坂地泰紀, 和泉潔, 須田真太郎, 語の類義性・対義性を考慮したドメイン特化型辞書構築手法の提案, 人工知能学会第19回金融情報学研究会, 2017.
24. 余野京登, 和泉潔, 金融レポート、およびマクロ経済指数によるリアルタイム日銀センチメントの予測, 2017年度人工知能学会全国大会(第31回), 2017年5月24日, 名古屋

屋

25. 伊藤友貴, 坪内孝太, 山下達雄, 和泉潔, テキスト情報から生成された極性辞書を用いた市場動向分析, 2017年度 人工知能学会全国大会 (第31回) , 2017年5月24日, 名古屋
26. 田代大悟, 和泉潔, 深層学習と高頻度データを用いた株式注文状況の推定, 2017年度 人工知能学会全国大会 (第31回) , 2017年5月24日, 名古屋
27. 劉 恩達, 和泉 潔, 坪内 孝太, 山下 達雄, Cross-lingual news article comparison using bi-graph clustering and Siamese-LSTM, 2017年度 人工知能学会全国大会 (第31回) , 2017年5月24日, 名古屋
28. 伊藤諒, 須田真太郎, 和泉潔, ネットワークの表現学習による金融専門極性辞書の構築, 2017年度 人工知能学会全国大会 (第31回) , 2017年5月24日, 名古屋
29. 米納 弘渡, 曾根 泰平, 和泉 潔, 金融システムの安定化に資する政府・中央銀行の効果的な救済ルールの検証, 2017年度 人工知能学会全国大会 (第31回) , 2017年5月24日, 名古屋
30. 和泉 潔, 水田孝信, 人工市場シミュレーションによる制度変更とシステムリスクの分析, 日銀・金融研究所セミナー, 2016年6月21日, 東京
31. Kiyoshi Izumi, Artificial Market Simulation of Flash Crash and Systemic Risk, The Singapore-ETH Centre Resilience Engineering Research Centre Workshop, 2016年12月8日, Singapore

〔図書〕 (計2件)

1. 和泉 潔, 斎藤 正也, 山田 健太, コロナ社 , マルチエージェントのためのデータ解析, 2017
2. 和泉 潔, 川久保 佐記, 米納 弘渡, 日科技連, 「第5章 強靱な金融システム」, 古田 一雄 編著, レジリエンス工学入門, 2017

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※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。