

2R-07

プライバシー保護を考慮した連続ダブルオークションのためのパラメータチューニング機構および高速シミュレータの試作*

佐藤 匠[†] 福田 直樹[‡][†] 静岡大学情報学部 [‡] 静岡大学大学院情報学領域

1 はじめに

予測市場では、将来の出来事の生起を証券として扱う。もし、将来的にその出来事が生じると考えるならばその主観的確率を元に証券を購入する。連続ダブルオークションに基づく予測市場の運用手法の1つとして、参加者のプライバシーを保護できるようにマーケットの状態にノイズを加える手法が提案されている [1]。この人為的なノイズを利用して利益を得ようとする市場参加者がいた場合、ノイズの設計による対処は完全にできないことが示されている。これに対する対処方法の1つとして、その利益を相殺できるような大きな課金をトランザクションに対して課すこともできるが、課金額によっては、取引量が少なくなってしまう市場の予測能力に影響を与える可能性があるなど、トレードオフを考慮して運用状況に応じた詳細なメカニズムのパラメータ設計を行う必要があることが指摘されている。

本研究では、マーケットスコアリングルール [2] を用いた連続ダブルオークションを対象として、ノイズ付与手法を適用する際のパラメータチューニング機構および高速シミュレータの試作について述べる。

2 予測市場におけるプライバシー保護手法

予測市場では、市場参加者の持っている情報や予測が他の市場参加者に知られる恐れがあることが指摘されている [1]。企業内で開催される予測市場においては、自身の所属するチームの成功に反対することに対して賭けを行おうとした場合、同僚やマネージャからの反感に対する恐れが、市場参加者の行動に影響を与え、予測

市場の精度が下がる可能性がある。この課題を解決するために、Differential Privacy [3, 4] の考え方を利用する手法が提案されている [1]。Differential Privacy [3, 4] では、観察によって他の参加者の行動を予測することができないことが保証されている。市場の状態にランダムでノイズを加えることで、市場参加者の個人情報保護を行う。

3 パラメータチューニング機構

本研究における Private Prediction Market では、cost-function, ノイズの分布, トレードのサイズ, トレードに対しての手数料をパラメータとして扱う。試作した機構では、cost-function には Logarithmic Market Scoring Rule [5] を利用する。cost-function に関わるパラメータとしては、取引が行われる時に価格がどれくらい変化するかをコントロールするパラメータと、初期状態における市場価格をコントロールするパラメータを扱う。

本研究では、パラメータのチューニングの手法として、シミュレーテッドアニーリング [6] を利用することで市場の流動性を下げない、パラメータの近似解を発見できることが期待される。この手法はパラメータ数が少ないが、パラメータの取りうる値が非情に広範囲に広がっていることから、厳密解を定義するのではなく、近似解を求める手法であり、パラメータが連続値であることを考慮している。

4 試作シミュレータの概要

本試作シミュレータの概要図を、図1に示す。予測市場をモデル化するために、市場参加者、市場、マーケットスコアリングルールを構成要素としている。予測市場を実行するために、図1にあるように、市場、マーケットスコアリングルール、市場参加者を各モジュールとして実装した。それぞれの機構の状態をまとめて管理して視覚的に表示可能にするために視覚化モジュールを準備した。

*A Preliminary Approach for Fast Simulation and Parameter Tuning Mechanism for Continuous Double Auctions with Privacy Protection

[†]Faculty of Informatics, Shizuoka University, 432-8011, Hamamatsu, Japan

[‡]College of Informatics, Academic Institute Shizuoka University

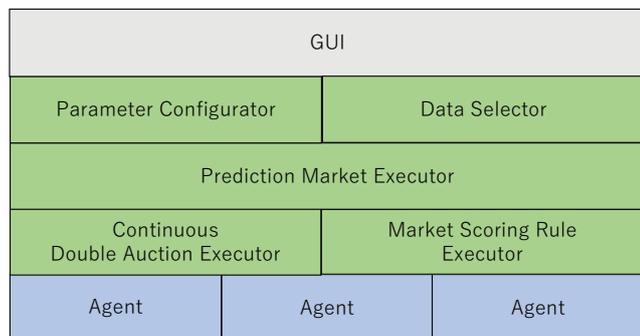


図 1: 試作中のシミュレータのアーキテクチャ

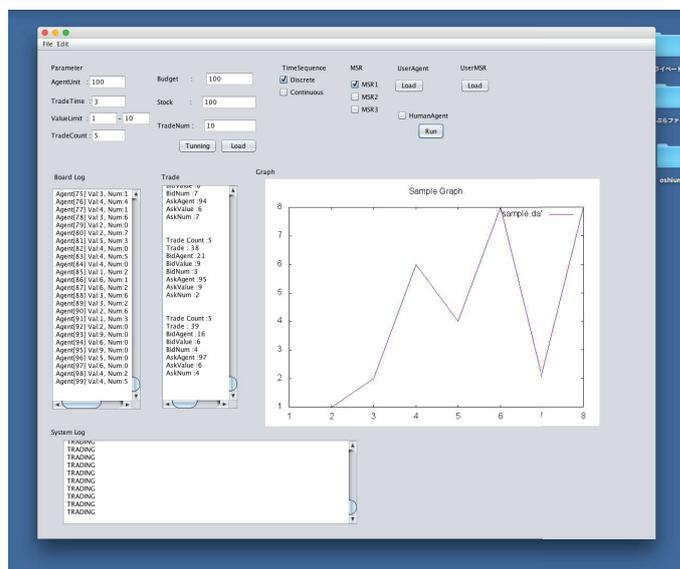


図 2: 試作中のシミュレータの実行画面

Continuous Double Auction Executor, Market Scoring Rule Executor, Agent はパラメータとデータを Prediction Market Executor との間でやり取りを行う。

Parameter Configurator は、GUI から受け取ったパラメータを Prediction Market Executor に渡す。Data Selector は、Prediction Market Executor から受け取ったデータを GUI へ表示する。パラメータ調整機構は Parameter Configurator に含まれる。Prediction Market Executor は、GUI から受け取ったパラメータを保持して Continuous Double Auction Executor, Market Scoring Rule Executor, Agent が参照できるようにし、Continuous Double Auction Executor, Market Scoring Rule Executor, Agent から受け取ったデータを Data Selector に渡して GUI として表示させる。Continuous Double Auction Executor は、連続ダブルオークションを実行する。Agent からオーダーを受け取り、その商品の売り買いの要求を保持し、マーケットスコアリングルールを利用して処理する。Continuous Double Auction Executor は、Continuous Double Auction Executor から受け取った商品の売り買いの要求にマーケットスコアリングルールを適用する。

試作中のシミュレータの実行画面を図 2 に示す。ここでは、AgentUnit が 100, Trade Time が 3, Value-Limit が 1-10, TradeCount が 5, Budget が 100, Stock が 100, TradeNum が 10 の時の実行結果を示している。シミュレータの市場環境は、直接シミュレータに入力することも可能であるが、JSON ファイルからロードすることも可能である。取引やシステムのログ、グラフの表示も可能である。

5 まとめ

本研究では、マーケットスコアリングルールを用いた連続ダブルオークションを対象として、ノイズ付与手法 [1] を適用する際のパラメータチューニング機構および高速シミュレータの試作について述べた。今後の

課題として、ハイパーパラメータの設定も含めてシミュレータ側で最適値を発見する機構の導入がある。

参考文献

- [1] Rachel Cummings, David M. Pennock, and Jennifer Wortman Vaughan. The possibilities and limitations of private prediction markets. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Economics and Computation, EC '16*, pp. 143–160. ACM, 2016.
- [2] R. Hanson. Book orders for market scoring rules. <http://hanson.gmu.edu/msrbook.pdf>, 2003.
- [3] Cynthia Dwork, Frank McSherry, Kobbi Nissim, and Adam Smith. Calibrating noise to sensitivity in private data analysis. In *Proceedings of the Third Conference on Theory of Cryptography, TCC'06*, pp. 265–284. Springer-Verlag, 2006.
- [4] Cynthia Dwork and Aaron Roth. The algorithmic foundations of differential privacy. *Found. Trends Theor. Comput. Sci.*, Vol. 9, No. 3–4, pp. 211–407, August 2014.
- [5] R. Hanson. Combinatorial information market design. *Information Systems Frontiers*, Vol. 5, pp. 107–119, 2003.
- [6] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, and M. P. Vecchi. Optimization by simulated annealing. *SCIENCE*, Vol. 220, No. 4598, pp. 671–680, 1983.