

集中制御可能な分散型トレーディングシステム

フクリン†

服部隆志‡

萩野達也‡

慶應義塾大学政策メディア研究科†

慶應義塾大学環境情報学部‡

概要

近年、インターネット技術や人工知能分野の発展によって、ネット経由の電子商取引技術が急成長している。従来の手動方式で受注・発注の代わりに、オート・トレーディング・アルゴリズム内蔵のエージェント端末を利用した無人状況でも 24 時間市場操作可能なユースケースは普及している。しかし、このようなアルゴリズム・トレーディング (Algorithmic Trading) の普及に伴った処理システムに掛けるハイ・トラフィックへの対応能力と同時に、電子商取引に問われる制御性 (Controllability) や安全性等も充実させる必要がある。従来の集中モデルや最近普及している P2P 等の分散モデルによって上述の要件を達成することは困難である。本研究では新たなハイブリッド・ネットワーク・モデルを設計し、集中制御と負荷分散を両立したトレーディング・システムを提案した。

1 背景

最近、金融市場における自動的売買技術は急成長している。エージェントと呼ばれる売買端末プログラムの利用によって処理システムへの負担はますます増加している状況であり、エージェント技術から生み出されたハイ・トラフィックへ対応するため、分散型のトレーディング・システムに関する研究 [1][2] が活発化しているが、実用化されているものはまだ僅かしかない。既存の分散モデルではシステムの負荷の分散化の目的に適用できるものの、電子商取引の運営に問われる制御性が失われるため、現段階の研究を更に改良しなければならない。

2 システムのコンセプトと設計

本研究では、従来の集中モデルの特徴 (制御性, 信頼性) と P2P 等の分散モデルの特徴 (負荷分散, 柔

軟性) を結合した動的多階層モデル (DMM: Dynamic Multi-Layer Model) を設計した (図 1)。DMM はハイブリッド型の分散モデルでありながら、下記の要素を加えた。

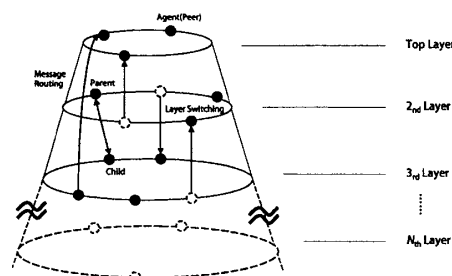


図 1: システム設計 - 動的多階層モデル (DMM)

- Hybrid Multi-Layer Structured Topology**
Peer と Peer の間には完全に対等的な関係ではなく、制御可能な親子関係を構築
- Dynamic Boundary** 負荷状況に応じて各 Peer を所属レイヤーから別のレイヤーに移動させることが可能

DMM によってシステムの負荷は P2P の特長によって分散化されると共に、階層的な構造によって市場全体の停止・再開、或いは取引ポリシーの更新、システムのアップグレードや不審参加者の対応策の実施等、システム的全参加者に対して集中的に制御することも可能になる。

3 エージェント

本システムのユーザはエージェントと呼ばれるソフトウェアを利用して市場に参加する。エージェントとは、取引を自動的に行うためのアルゴリズムを内蔵したプログラムであり、ユーザは自分の取引の好み (Preference) をエージェントに設定すれば、エージェントが実際の売買を代理人として行う。

Centrally Controllable Distributed Trading System

† Lin MI, Graduate School of Media and Governance, Keio University

‡ Takashi HATTORI and Tatsuya HAGINO, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
{milin,hattori,hagino}@sfc.keio.ac.jp

4 アルゴリズムの設計

エージェントの動作を制御するため、本研究の特徴の Peer の配置均衡化アルゴリズム、及び取引を効率化するための経路表用アルゴリズムを開発した。

4.1 Peer の配置均衡化アルゴリズム

本研究における制御能力 (Controllability) と負荷分散 (Load Balance) を同時に実現するには、Peer 間の親子関係 (階層型トポロジー) を構築しながら、分散型トポロジーを同時に維持することがシステムの目標となる。従来の階層型モデルのように各階層の Peer の数が固定になってしまうと、参加者 Peer の数が増えれば増えるほど上位階層の Peer の負荷が高まり、最終的に負荷超過によってシステムは動作不能になってしまう。本研究では、この問題を解決するため、Peer が増加した時点でネットワークの負荷状況に応じて Peer の配置を均衡化 (Balancing) するアルゴリズムを開発した。

アルゴリズムの概要をリスト 1 に示す[†]。新規参加者 q の上位レイヤーのノードは arrange を利用して q を配置する。

リスト 1: Peer 配置均衡化アルゴリズム

```
// Introduce a new peer q to the network
procedure arrange(q)
  try letting this node and neighbor node arrange q
  if arrange failed by neighbors then
    pickup a preferred child node c
    separate children of c as  $\alpha$ 
    level-up c
    transfer loads of this node to c
    let parent node of this node arrange c //recursively
  end if
  let node of lower layer arrange  $\alpha$  //recursively
end procedure
```

4.2 経路表アルゴリズム

電子商取引システムとして、なるべく取引実行時間を短縮することが重要であるため、本研究では注文発見・実行経路が One-hop ステップの経路表アルゴリズムを設計した。経路表は全ての注文ではなく、システムにおいて優位性の最も高い注文情報のみを保存し、Peer 間で経路情報を交換する。したがって、Peer は経路表を参照しながら、自分が管理している注文にとって、取引達成確率の最も高い標的 Peer 宛てに注文を転送することによって、実行プロセスを高速化することができる。

[†] リスト 1 はスペースの関係で簡略したものとする。

5 評価・今後の展望

本研究では P2P シミュレータ PeerSim[‡]を利用してアルゴリズムの実装・評価を行った[§]。

テストは Peer 数を 10 個から始め、毎回 (Round)5 個ずつ増し、200 回実行した。エージェントは特定の資産に対して Round 毎に一回のみ入札する。テストにおいては下記の項目を計測した。

- 各 Peer が管理する経路表のサイズ
- 注文探索・実行時のホップ数
- 各 Peer が管理する注文表のサイズ

上記の項目と Peer 数の結果を図 2 のようにプロットした。結果として Peer 数が増えても、経路表と注文表のサイズは Peer 数と共に増加する傾向は見えず、ホップ数は常に One-hop のレベルを維持している様子が見られる。ただ、現段階では、経路表を維持するためのメッセージ交換を頻繁に行うため、帯域を多く消費してしまう欠点や、資産価格の変動トレンドやシステムの経済的効率性等の評価等も今後の課題として挙げることができる。

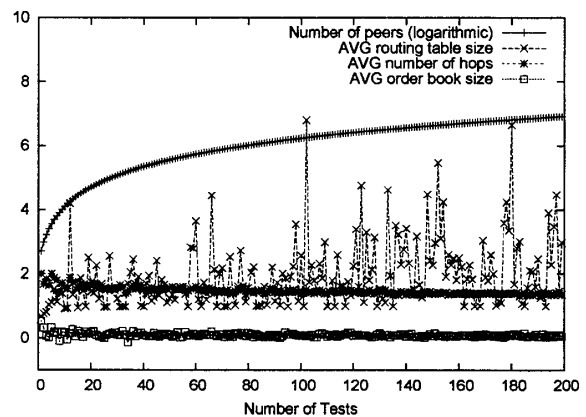


図 2: テストの結果: Peer 数と各指標の比較

参考文献

- [1] Benny Rachlevsky-Reich: GEM: A Global Electronic Market System, Research Thesis, *Israel Institute of Technology* (1999)
- [2] D. Hausheer B. Stiller: Decentralized Auction-based Pricing with PeerMart, *Integrated Network Management* (2005)

[‡] <http://peersim.sourceforge.net/>

[§] スペースの関係で Peer 配置アルゴリズム評価は省略した。