



Sérgio Ciglione de Azevedo

MASSES
(Sistema de Multi-Agente para Simulação de Negociação
de Ações)

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Dr. Carlos J. P. Lucena

Rio de Janeiro
Setembro de 2008



Sérgio Ciglione de Azevedo

MASSES
(Sistema de Multi-Agente para Simulação de Negociação
de Ações)

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Prof. Carlos J. P. Lucena
Orientador

Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Ruy Luiz Milidiú

Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Ricardo Choren Noya

Seção de Engenharia da Computação - IME

Prof. Firmo Freire

Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, setembro de 2008

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Sérgio Ciglione de Azevedo

Graduou-se Bacharel em Informática pela PUC-Rio em 2002. Integra a equipe de pesquisadores do LES (Laboratório de Engenharia de Software) na mesma instituição, atuando na área de Sistemas de Multi-Agentes. Possui sete anos de experiência, tendo trabalhado em projetos para empresas como: Deutsche Bank, UniverCidade, Brasil Telecom, Gol Linhas Aéreas, , Cultura Inglesa, CNI (Confederação Nacional das Indústrias), entre outros. Possui três Certificações Microsoft (MCP, MCAD, MCSA). Tem interesse na pesquisa de novos algoritmos voltados para Engenharia de Software, Mercado de Valores e Inteligência Artificial.

Ficha Catalográfica

Azevedo, Sérgio Ciglione de

MASSES (Sistema de Multi-Agente para Simulação de Negociação de Ações) / Sérgio Ciglione de Azevedo ; orientador: Carlos J. P. Lucena. – 2008.

60 f. : il.(color.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Sistemas de multi-agentes. 3. MASSES. 4. Mercado de valores. 5. Competição. 6. Simulador. 7. Investidores. I. Lucena, Carlos J. P. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Em memória ao meu querido avô, José Ciglione.

Agradecimentos

A todos os meus familiares e amigos, pelo carinho e incentivo.

A minha avó Leys e a minha irmã Paula, pela paciência.

A minha noiva Camila, pelo carinho, compreensão, confiança e amor.

Aos meus professores da graduação Ivan Mathias Filho e José Carlos Moreira, pelos seus valiosos ensinamentos que me levaram a esse momento.

Aos meus amigos do mestrado: Andrew Diniz, Bruno Siqueira, Diogo Mendonça, Eduardo Fonseca, Fábio Soares, Márcio Aguiar, Rodnei Couto e Túlio Anibolet, por todo o empenho nos grupos de estudo, elaboração de artigos e competições.

Ao meu orientador, Prof. Carlos J. P. de Lucena, por ter me guiado durante todo o período do mestrado.

A PUC-Rio, inicialmente na figura do Prof. Augusto Sampaio, por acreditar em mim, dando-me a chance de estudar na PUC-Rio.

A minha mãe, **por tudo**.

Resumo

Azevedo, Sérgio Ciglione; Lucena, Carlos J. P. (Orientador). **MASSES (Sistema de Multi-Agente para Simulação de Negociação de Ações)**. Rio de Janeiro, 2008. 60p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A partir do avanço tecnológico, o acesso à informação vem se tornando cada dia mais simples e mais rápido, facilitando consideravelmente o processo de tomada de decisões. Tais mudanças afetam o comportamento de empresas de todas as áreas e da sociedade em geral. No cenário econômico, o Mercado de Valores é um bom exemplo dessa transformação e, por esse motivo, foi escolhido como o domínio de aplicação a ser utilizado pelo simulador Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation (MASSES). Inspirado nos casos de sucesso de competições baseadas em Sistemas Multi-Agentes, trata-se de um simulador onde agentes de software desempenham o papel de investidores. Através do MASSES, podem ser realizados estudos comparativos entre diversas estratégias e análises de como elas se comportam em diferentes situações. A principal contribuição do MASSES é estimular pesquisadores a desenvolver as tecnologias de Engenharia de Software para Sistemas de Multi-Agentes (ESSMA) e inteligência artificial, estreitando ainda mais o relacionamento entre a tecnologia da informação e o mercado financeiro. Essa dissertação apresenta o simulador MASSES e os testes realizados a partir de estratégias de investimento utilizadas no mundo real.

Palavras-chave

Sistemas de Multi-Agentes; MASSES; Mercado de Valores; Competição; Simulador; Investidores.

Abstract

Azevedo, Sérgio Ciglione; Lucena, Carlos J. P. (Orientador). **MASSES (Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation)**. Rio de Janeiro, 2008. 60p. M.Sc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Due to technological advancements in IT, access to information is becoming simpler and faster every day, thus facilitating the decision-making processes. These changes affect the behavior of all kinds of businesses and the society in general. In the economic scenario, Stock Exchange Market is a good example of this transformation and therefore was chosen as the application domain to be explored by a Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation (MASSES). Inspired by success stories about Multi-Agent Systems applied to competitions, MASSES is a simulator where software agents play the role of investors. Through MASSES simulations, it is possible to perform studies among different strategies and its results can be analyzed to verify how they behave in different situations. MASSES main contribution is to encourage researchers to develop Software Engineering for Multi-Agents Systems using artificial intelligence techniques, thus strengthening the relationship between information technology and the financial market. The present dissertation aims to explain MASSES, in addition to showing test results based on the investment strategies used in the real world.

Keywords

Multi-Agent Systems; MASSES; Stock Exchange Market; Competition; Simulation; Investors.

Sumário

1	Introdução	12
1.1.	Motivação	13
1.2.	Sistemas de Multi-Agentes	13
1.3.	Mercado de Valores	15
1.4.	Objetivos	16
1.5.	Organização da Dissertação	16
2	Trabalhos Relacionados	18
2.1.	Agent Reputation Trust Testbed (ART-Testbed)	18
2.2.	Agente ZeCariocaLES	19
2.3.	Trading Agent Competition (TAC)	21
2.4.	Automated Trading Championship	22
2.5.	MASST - Multi Agent Decision Support System for Stock Trading	23
2.6.	TrAgent (Trading Agent)	26
3	Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation	29
3.1.	Visão Geral	29
3.2.	Arquitetura	32
3.2.1.	Implementação do Simulador	34
3.3.	Competição MASSES	37
4	Estratégias para Implementação de Agentes	40
4.1.1.	Estratégias em Camadas	42
4.1.2.	Agente Johnny	43
4.1.3.	Agente Klaus	44
5	Testes Realizados	46
5.1.	Simulação Isolada	46
5.1.1.	Agente Johnny	46
5.1.2.	Agente Klaus	48
5.1.3.	Comparação	49
5.2.	Simulação Conjunta	50

5.2.1. Agente Johnny	50
5.2.2. Agente Klaus	52
5.2.3. Comparação	55
6 Conclusão	56
6.1. Trabalhos Futuros	56
Referências Bibliográficas	58

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo conceitual da competição ART Testbed. [3].....	19
Figura 2 - Modelo Conceitual ZeCariocaLES. [10]	21
Figura 3 - Modelo Conceitual TAC Classic. [1]	21
Figura 4 - Modelo Conceitual TAC SCM. [1]	22
Figura 5 - Resultado da competição de 2007. [8].....	23
Figura 6 – MASST Framework. [20]	24
Figura 7 - Resultados do MASST. [20].....	25
Figura 8 – Modelo do TrAgent utilizando plataforma Jade. [19].....	26
Figura 9 – Visão Geral do MASSES.....	31
Figura 10 – Arquitetura MASSES.....	33
Figura 11 – Diagrama de casos de uso.	34
Figura 12 – Diagrama de seqüência.	35
Figura 13 - XML exemplo, informando a carteira de ações do agente competidor.....	36
Figura 14 - XML exemplo, informando as operações solicitadas pelo agente competidor.....	36
Figura 15 - XML exemplo, informando o resultado das operações executadas pelo agente competidor.....	37
Figura 16 – Competição MASSES.....	39
Figura 17 – Gráfico exibindo pontos de compra (seta verde) e venda (seta vermelha).....	45
Figura 18 - Desempenho do Agente Johnny.	47
Figura 19 - Desempenho do Agente Klaus.....	49
Figura 20 - Desempenho do Índice BOVESPA no período de 15/07/2004 a 14/07/2005.....	50
Figura 21 - Gráfico de desempenho do Agente Johnny no período.	52
Figura 22 - Gráfico de desempenho do Agente Klaus no período.	54

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Histórico das operações de compra e venda do agente Johnny.....	47
Tabela 2 – Histórico das operações de compra e venda do agente Klaus.	48
Tabela 3 - Desempenho do agente Johnny no período.....	51
Tabela 4 - Ativos em tendência de queda.....	52
Tabela 5 - Desempenho do Agente Klaus no período.....	53
Tabela 6 - Ativos em tendência de queda.....	54