

3 Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation

A participação na competição Agent Reputation Trust (ART) Testbed [10] motivou o estudo do domínio mercado de valores, onde agentes podem desempenhar o papel de investidores, isto é, elaborar estratégias que permitam analisar os melhores momentos para compra e venda de ativos (ações da bolsa), e determinar a quantia ideal de investimento.

O mercado de valores é um domínio dinâmico composto por diversos conceitos, dentre eles: bolsa de valores, empresas de capital aberto, investidores e corretoras de valores.

O domínio apresentado exige que os investidores sejam entidades independentes, com capacidade de implementar estratégias para analisar o desempenho das empresas nas bolsas de valores e identificar pontos de compra e venda de ações, além dos montantes que serão investidos. Para representação do domínio, um sistema multi-agente é proposto nesse trabalho, com o intuito de prover um ambiente onde essas entidades independentes podem ser representadas através de agentes de software com inteligência suficiente para executar as estratégias definidas de acordo com as necessidades dos investidores.

Este capítulo apresenta uma visão geral do simulador Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation (MASSES), seguida da sua arquitetura. Além disso, é apresentada a descrição de um agente investidor.

3.1. Visão Geral

O simulador MASSES tem como objetivo principal estimular a comunidade acadêmica a estudar o domínio mercado de valores sob a perspectiva de agentes de software e inteligência artificial. Esse ambiente de simulação utiliza dados históricos da bolsa de valores. Através dessas informações, diferentes situações que acontecem no mercado real são simuladas seguindo certas regras

determinadas pela aplicação. A partir disso, diferentes estratégias podem ser definidas pelos investidores representados por agentes de software.

As simulações do MASSES são baseadas em dias correntes. Para cada dia, os agentes investidores podem determinar que ações irão comprar ou vender. No início de cada simulação, os agentes recebem uma quantia fixa de dinheiro para realização dos investimentos. Esses investimentos são realizados a partir de estratégias definidas por cada agente. Caso algum deles deseje comprar ou vender alguma ação, a quantidade e a ação desejada devem ser especificadas. Contudo, apenas ações pertencentes a sua carteira poderão ser vendidas. Carteira, conceito amplamente utilizado no domínio mercado de valores, é composta pelas ações e as respectivas quantidades que cada investidor adquiriu. No início da simulação a carteira de cada investidor está vazia.

O MASSES foi desenvolvido utilizando as tecnologias Microsoft C#.Net, SQL Server 2005 e a comunicação com os agentes investidores é efetuada através de WebServices, no intuito de permitir que agentes desenvolvidos a partir de diferentes linguagens de programação como, por exemplo, Java e C#.Net possam acessá-lo. Assim, os agentes investidores são implementados em WebServices que devem possuir as interfaces: (i) iniciar simulação, responsável por comunicar ao agente que uma nova simulação será iniciada, (ii) determinar operações, responsável por solicitar ao agente as operações de compra e venda no dia determinado pela simulação e (iii) comunicar operações efetivadas, responsável por enviar ao agente as operações que foram executadas e aceitas pelo simulador no dia determinado.

Para criar uma nova simulação, o usuário deverá realizar seu cadastro no simulador, além de registrar ao menos um agente investidor. Toda simulação é definida a partir das seguintes informações: (i) data inicial, (ii) duração da simulação em semanas, (iii) montante inicial fixo para todos os agentes, e (iv) ao menos um agente investidor associado.

A cada rodada da simulação, o MASSES libera o acesso a mais um período na base de dados histórica, fornece aos agentes investidores o montante disponível para investimento, além das respectivas carteiras de ações. Os agentes investidores dispõem de um período fixo de tempo de dois minutos para analisar as melhores opções de compra e venda e informar as operações que desejam executar. O simulador analisa as operações enviadas e comunica aos agentes

investidores todas as operações que foram rejeitadas, por exemplo: venda de ações que não existem na carteira do investidor ou montante de compra de ações maior que o montante disponível para investimento.

Ao final da simulação, todas as carteiras dos agentes investidores são liquidadas de acordo com o preço de fechamento referente à data de finalização da mesma para que o montante final seja gerado. A Figura 9 ilustra a idéia geral do simulador.

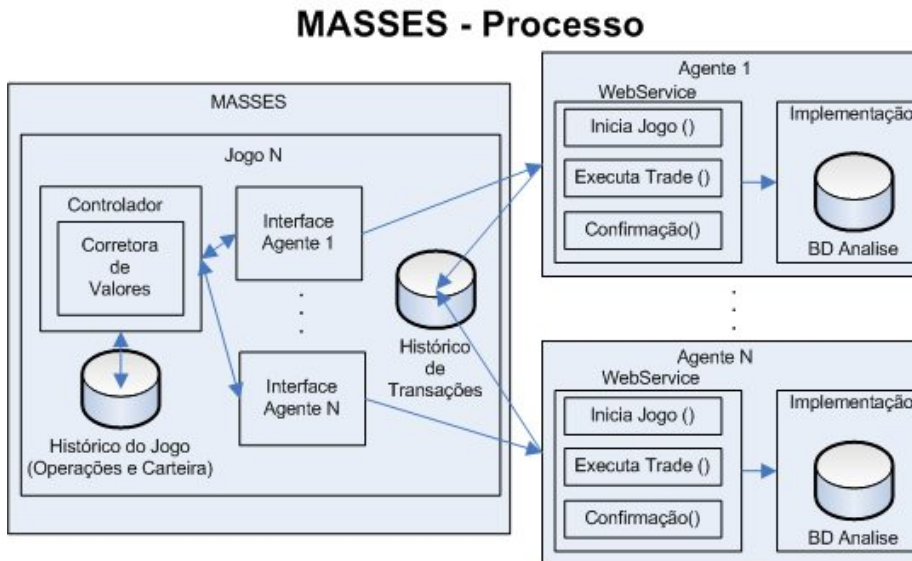


Figura 9 – Visão Geral do MASSES.

O simulador também fornece a visualização do desempenho de todos os agentes investidores que participaram da simulação, ordenados de maneira decrescente de acordo com os ganhos. Além disso, permite a visualização de todo o histórico das operações efetuadas durante a simulação, para que seja possível verificar o desempenho de cada agente competidor em relação às suas estratégias de investimento.

A partir da criação do MASSES, decidiu-se organizar uma competição que permitisse a participação de diferentes agentes investidores, com diversas estratégias para realizar investimentos, em períodos pré-determinados de tempo. Dessa forma, seria possível avaliar seus resultados. As simulações são jogos em que o vencedor é o agente investidor que, ao final, tiver conseguido acumular mais dinheiro.

Como o intuito do simulador e da competição é estimular a comunidade acadêmica a desenvolver as tecnologias de engenharia de software para sistemas

de multi-agentes e inteligência artificial, o simulador disponibiliza toda a estrutura necessária de webservices para a construção de agentes competidores nas linguagens JAVA e Micorsoft.NET. Além disso, são disponibilizados materiais sobre análise técnica, Engenharia de Software para Sistemas de Multi-Agentes (ESSMA), inteligência artificial, bibliotecas e links para componentes de análise na bolsa open source. Dentre os materiais disponibilizados, destacam-se:

- MASSES_SEAS08 [29]: artigo publicado no workshop SEAS para a conferência XXII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software.
- Projetos Agentes JAVA / .NET: oferece templates de agentes desenvolvidos para a competição. No pacote main há uma classe chamada ExampleAgent responsável por representar um agente exemplo. Esses agentes estão prontos para serem executados.
- Vídeos Projetos Agentes JAVA / NET: possui quatro vídeos por tecnologia apresentando como executar agentes de exemplo oferecidos nos projetos descritos acima.
- Ta-Lib [28]: é uma biblioteca que provê diversos algoritmos de análise técnica para o mercado financeiro. Pode ser utilizada em Excel, .NET, Java, Perl, Python or C/C++.
- API - Bigus [21]: provê três algoritmos de inteligência artificial: forward chaining, backward chaning e lógica fuzzy. Esses algoritmos podem ser usados para estratégias do agente investidor.
- Comunidade Leandro & Stormer [27]: fornece manterias, dicas e discussões sobre o mercado de valores no Brasil.
- BM&FBOVESPA [14]: fornece informações sobre o mercado de valores.

3.2. Arquitetura

A arquitetura do MASSES é apresentada na Figura 10. Pode-se perceber que o simulador é composto por duas camadas: mercado de valores e interface com os investidores.

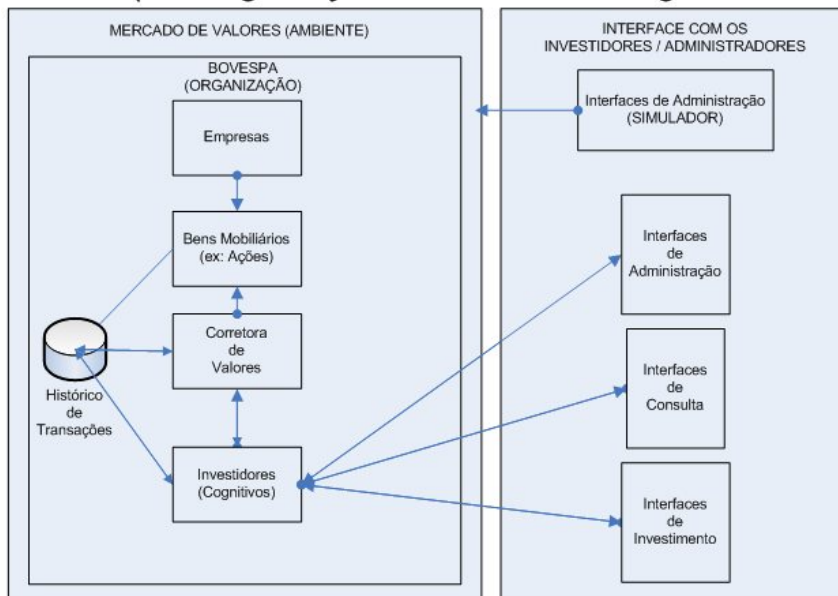
MASSES (Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation)

Figura 10 – Arquitetura MASSES.

A primeira camada possui os seguintes componentes: bolsas de valores, empresas, bens mobiliários, corretora de valores e investidores. A bolsa de valores é uma organização responsável por manter e controlar todas as transações entre os agentes investidores. As empresas são entidades representantes das empresas de capital aberto que disponibilizam bens mobiliários, no caso, ações negociadas na bolsa de valores, enquanto que a corretora de valores é o agente responsável por efetivar as transações de compra e venda. Os investidores são representados por agentes de software responsáveis por analisar e decidir quando e como a sua carteira de investimentos deve ser negociada, ou seja, quando e quanto adicionar ou remover ativos da carteira, a partir da estratégia que indica quais ações irão proporcionar maior rentabilidade com menor risco no futuro. As estratégias definidas refletem o perfil dos agentes investidores como, por exemplo, perfis mais agressivos, que visam um lucro maior no curto prazo e com maior risco de perda, enquanto perfis mais conservadores desejam lucrar, não necessariamente em curto prazo, desde que com menor risco.

A camada interface com os investidores possui quatro componentes que representam as formas de acesso ao simulador: investimento, consulta, administração do investidor e administração do simulador. O primeiro componente permite que um usuário inicie e acompanhe o desempenho dos seus agentes no simulador. O componente consulta permite que o usuário possa

consultar resultados de jogos passados para analisar o desempenho do seu agente, enquanto o componente administração do investidor permite aos usuários administrarem seus dados pessoais e os dados dos seus agentes. Já o componente administração do simulador permite a liberação e o bloqueio do acesso dos usuários à aplicação, além do acompanhamento de jogos em execução.

3.2.1. Implementação do Simulador

As funcionalidades implementadas para cada interface dos componentes definidos na arquitetura são exibidas no diagrama de casos de uso apresentado na figura abaixo.

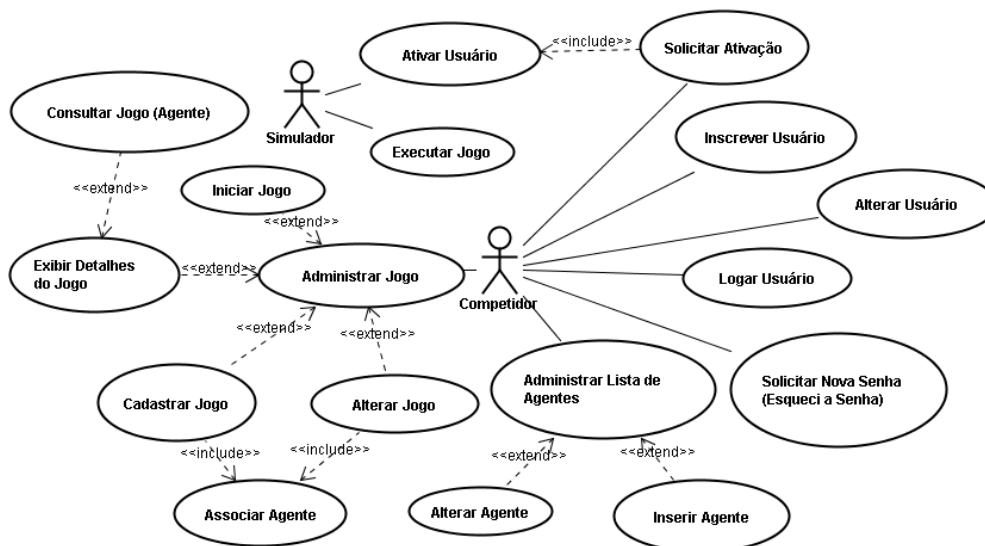


Figura 11 – Diagrama de casos de uso.

Nos casos de uso “Administrar Jogo” e em todos os outros casos de uso associados a ele, o competidor pode criar jogos, associar agentes competidores aos mesmos, iniciar e acompanhar jogos.

No caso de uso “Executar Jogo”, o simulador instancia e verifica a comunicação com todos os agentes investidores. Caso a comunicação seja estabelecida com sucesso, o simulador cria uma thread para cada agente investidor e envia a mensagem de início do jogo; caso contrário o agente em questão é eliminado do jogo. Os agentes competidores possuem 2 minutos para responder à mensagem de início de jogo. A partir desse momento, todos os agentes

participarão da simulação até o término da mesma, mesmo que não respondam às solicitações de operações em algumas rodadas da simulação.

Em seguida, o simulador determina o próximo dia útil da simulação, instancia uma thread para cada agente competidor e solicita aos mesmos que operações de compra e venda de ações serão executadas para a data em questão. Cada agente possui 2 minutos para analisar a base disponibilizada pelo simulador para o jogo e responder à solicitação de operações, sendo que as respostas fora do período estipulado serão desconsideradas. O simulador passa as operações informadas para o agente representante da corretora de valores, que analisa a carteira e o montante disponível, executa as operações possíveis e retorna para o simulador as operações que não puderam ser executadas junto com seus respectivos motivos. O simulador informa aos agentes competidores quais as operações que não puderam ser processadas para que os mesmos tomem as medidas corretivas.

Todo esse processo é armazenado em um arquivo de log para cada agente envolvido no jogo e é disponibilizado para os competidores após o jogo. O diagrama de seqüência abaixo apresenta, em alto nível, as ações implementadas nesse caso de uso.

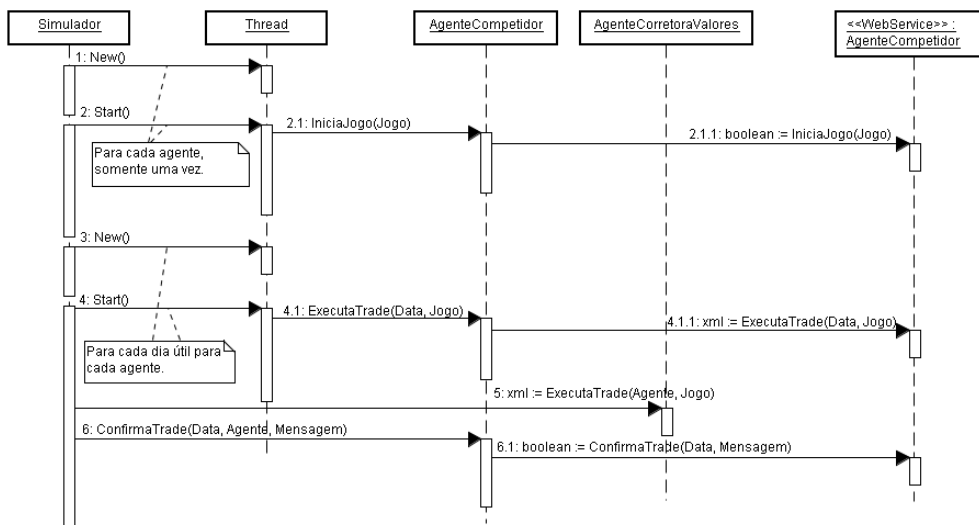


Figura 12 – Diagrama de seqüência.

Os principais métodos de comunicação entre o simulador e os agentes competidores são: `iniciaJogo`, `executaTrade` e `confirmaTrade`.

No método `iniciaJogo` o simulador passa os parâmetros: (i) identificador do usuário, chave com 32 caracteres utilizada para garantir que o método foi

invocado pelo simulador; (ii) identificador do jogo; (iii) montante inicial que será disponibilizado para investimento; (iv) data inicial do jogo e (v) data final. O retorno desse método é um boolean informando se o jogo foi iniciado com sucesso (true) ou não (false).

No método executaTrade o simulador passa os parâmetros: (i) identificador do usuário; (ii) identificador do jogo; (iii) data atual; (iv) montante disponível e (v) carteira de ações, definida através de um documento XML. O retorno desse método é um documento XML contendo as operações definidas pelos agentes competidores de acordo com as análises efetuadas.

```
- <DocumentElement>
  - <Carteira>
    <CodAtivo>ITAUSA</CodAtivo>
    <QtdLote>4405</QtdLote>
    <DtUltimaCompra>2004-08-03T12:00:00-03:00</DtUltimaCompra>
  </Carteira>
  - <Carteira>
    <CodAtivo>VALE5</CodAtivo>
    <QtdLote>1000</QtdLote>
    <DtUltimaCompra>2004-08-17T12:00:00-03:00</DtUltimaCompra>
  </Carteira>
</DocumentElement>
```

Figura 13 - XML exemplo, informando a carteira de ações do agente competidor.

```
- <DocumentElement>
  - <Analise>
    <CodAtivo>KLB4</CodAtivo>
    <Operacao>C</Operacao>
    <QtdLote>500</QtdLote>
    <ValorAtual>4.54</ValorAtual>
  </Analise>
  - <Analise>
    <CodAtivo>PETR4</CodAtivo>
    <Operacao>V</Operacao>
    <QtdLote>200</QtdLote>
    <ValorAtual>35.00</ValorAtual>
  </Analise>
</DocumentElement>
```

Figura 14 - XML exemplo, informando as operações solicitadas pelo agente competidor.

No método confirmaTrade o simulador passa os parâmetros: (i) identificador do usuário; (ii) identificador do jogo; (iii) data atual; (iv) mensagem, definida através de um documento XML informando as operações aceitas e as operações rejeitadas após a execução do método executaTrade.


```

- <DocumentElement>
  - <Operacao>
    <CodAtivo>KLBN4</CodAtivo>
    <Operacao>C</Operacao>
    <ValorAtual>4.54</ValorAtual>
    <Aceito>true</Aceito>
    <CodMensagem />
    <Mensagem />
  </Operacao>
  - <Operacao>
    <CodAtivo>PETR4</CodAtivo>
    <Operacao>V</Operacao>
    <ValorAtual>35.00</ValorAtual>
    <Aceito>false</Aceito>
    <CodMensagem>1</CodMensagem>
    <Mensagem>Ativo nao existe em carteira.</Mensagem>
  </Operacao>
</DocumentElement>

```

Figura 15 - XML exemplo, informando o resultado das operações executadas pelo agente competidor.

Durante o desenvolvimento do simulador vários desafios foram vencidos. O primeiro foi permitir que agentes pudessem ser desenvolvidos em quaisquer linguagens de programação que utilizem webservices. Outro desafio foi implementar o controle das simulações de maneira estável, ou seja, sem que erros na implementação dos agentes impactassem no andamento das mesmas. O último desafio foi garantir uma boa performance do simulador, no intuito de permitir que diversos agentes pudessem participar das simulações simultaneamente.

3.3. Competição MASSES

A competição da bolsa de valores foi criada a partir do simulador MASSES, que permite a participação de diferentes agentes investidores com diversas estratégias com o intuito de realizar investimentos em períodos pré-determinados de tempo. A partir disso, é possível avaliar seus resultados.

A competição é estruturada da seguinte maneira:

- Os jogos serão remotos (WebServices): dessa maneira não será necessário limitar o processamento nem a tecnologia. A princípio, esqueletos de agentes serão disponibilizados utilizando as linguagens .NET (C#) e JAVA.

- Os participantes poderão cadastrar 0 ou N agentes e escolher quais deles serão públicos ou privados, ou seja, que agentes poderão ser utilizados em jogos por outros participantes.
- O simulador foi preparado para que os períodos dos jogos possam ser configurados (ex: dias / semanas / anos), mas na versão inicial os jogos somente estarão disponíveis para períodos diários de fechamento.
- Os jogos deverão ocorrer em períodos passados de histórico (ex: ano de 2004), mas os agentes participantes não poderão visualizar períodos futuros. Ex: Se o jogo está no dia 15 de julho de 2004, os agentes participantes somente poderão visualizar os períodos anteriores, já que os períodos posteriores estarão bloqueados pelo simulador.
- Para cada dia útil definido no período do jogo, em ordem crescente, o simulador irá aceitar que os participantes solicitem operações de compra e venda. Para isso deverá informar a carteira de ações de cada agente.
- Os agentes que apresentarem erros serão desclassificados do jogo em questão.
- Todo processo de compra e venda de ações será armazenado em histórico para auditorias futuras.
- A base de dados histórica disponibilizará 100 ações de diferentes empresas pré-determinadas pela organização da competição.
- Para evitar trapaças, os gráficos de desempenho das empresas serão fictícios.
- O impacto de compra e venda de ações não será absorvido pelo simulador. Como o número de agentes por jogo será limitado e o montante inicial de cada agente será de no máximo R\$ 500.000,00, o impacto na compra e venda de ações será considerado insignificante. (Ex: a movimentação das ações PETR4 é de três BILHÕES de reais por semana).

- Ao final do jogo, todas as ações de todos os participantes serão vendidas de acordo com o último preço cadastrado na base histórica e o agente que tiver acumulado mais dinheiro será o vencedor.

Terça-feira, 12 de Agosto de 2008

Home

- O LES
- MASSES
- A Competição
- Regras
- Downloads
- Notícias
- Fale Conosco
- Área Restrita

O Que é?

Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation (MASSES), é responsável por simular um ambiente de negociação na bolsa de valores, onde agentes podem comprar e vender ativos (ações disponibilizadas por empresas de capital aberto).

Contribuição

A contribuição acadêmica será a utilização do simulador proposto para promover competições que estimulem a comunidade acadêmica a desenvolver a tecnologia de ESSMA, utilizando técnicas de inteligência artificial e estreitando o relacionamento entre a tecnologia da informação e o mercado de valores.

Objetivos

O simulador MASSES tem como objetivo principal estimular a comunidade acadêmica a estudar o domínio de aplicação mercado de valores sob a perspectiva de agentes de software e inteligência artificial. Esse ambiente de simulação utiliza dados históricos da bolsa de valores.

Downloads

- Projeto Agente .NET (Em Breve)
- Projeto Agente JAVA (Em Breve)
- API Análise Técnica JAVA (Em Breve)
- Eclipse Trade (Em Breve)
- Análise Técnica (Em Breve)

Notícias

A competição MASSES será lançada no dia 15/08/2008 e será realizada durante o XXII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES), que ocorrerá de 13 a 17 de outubro/2008 em Campinas-SP.

Competição

Simula jogos com a participação de diferentes agentes investidores com diversas estratégias com o intuito de realizar investimentos em períodos pré-determinados de tempo. O agente que obtiver mais dinheiro ao final do período será o vencedor.

Copyright © 2007-2008 MASSES - Multi-Agent System for Stock Exchange Simulation

Figura 16 – Competição MASSES.