

Uma Arquitetura para Negociação Automatizada no Ambiente TAC

Henrique Pacheco, Ig Ibert Bittencourt, Alan Silva, Rômulo Nunes e Evandro Costa

¹Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Campus A.C. Simões, BR 104, Tabuleiro dos Martins - Maceió, Brasil

rickpacheco@gmail.com, {ibert, alan, evandro}@tci.ufal.br, romulo@dee.ufcg.edu.br

Resumo. *a proliferação das negociações, aumentando o conjunto de transações comerciais tem sido contribuído pela tecnologia WEB. Entretanto, a complexidade envolvida nestes tipos de negociações torna necessário a automatização do processo de negociação. Para abordar estes aspectos, este artigo propõe uma arquitetura baseada em agentes para negociação automatizada. Esta abordagem provê um conjunto de agentes, além de ambiente que ajuda ao programador implementar seus mecanismos de negociação relevantes através de técnicas de Inteligência Artificial, entre outras. Além disso, uma sociedade de agentes foi inserida para aprender sobre o processo de negociação. Objetivando validar a arquitetura, é mostrado um cenário ilustrativo usando o ambiente Trading Agent Competition(TAC).*

Abstract. *The proliferation of the negotiations and the increase of the commercial transactions has been a contribution of the WEB technology. However, the complexity involved in these kind of negotiations makes necessary the use automatic negotiation. To approach these aspects, this paper proposes an agent-based architecture to automatic negotiation. This approach provides a set of agents, besides an environment that help the programmer to implement their relevant negotiation mechanism through Artificial Intelligence technics etc. In addition, a society of agents is inserted to learn about the negotiation process. Aiming to validate the architecture, it is shown a scenery using the Trading Agent Competition(TAC).*

1. Introdução

Construir arquitetura para negociações pode ser bastante complexa e lenta. Para isso existe a automatização de processo de negociação que busca resolver os problemas envolvida em ambientes complexos ou múltiplos ambientes (como exemplo, pode-se citar ambientes de negociação em leilões simultâneos)[He et al. 2003], administrar um grande volume de negociações com o mínimo de perda, maximizar o lucro através da minimizarão dos custo[Oliveira et al. 2005], entre outros.

Diversas características presentes em uma negociação no mundo real foram identificadas, como: busca personalizada e satisfação sempre do cliente; sempre aprender com as negociações, adquirindo experiência ao longo do tempo; aplicar o que aprendeu; otimizar o processo, entre outras[Guttman et al. 1998]. Para simular uma negociação do mundo real, precisa ser considerado o que foi citado acima e a simples automatização da negociação não viabiliza nem supri tais necessidades, precisando ser necessário alguma solução mais sofisticada para ser agregada ao agente computacional [Filho 2004].

Uma das solução possíveis é o uso de Inteligência Artificial(IA) para simular uma negociação do mundo real[Russel and Norvig 2004]. Dentre algumas formas de utilizar IA em negociação, podem ser citadas: *a*) RBC (Raciocínio Baseado em Caso): para elaborar propostas

[Wangenheim and Wangenheim 2001]; *b*) RBR (Raciocínio Baseado em Regras): para tomada de decisões [Luger 2004]; *c*) Aprendizagem de máquina por reforço: para adquirir experiência e otimizar o processo de decisão [Mitchell 1997]; *d*) Redes Neurais: Para previsão de jogadas dos oponentes [Haykin 2001].

O presente artigo propõe uma arquitetura baseada em agentes para negociação automatizada em um ambiente complexo, no qual foram definidos múltiplos leilões simultâneos para negociação de pacotes de viagens, buscando maximizar a satisfação dos clientes no ambiente. Para validação do cenário, será utilizado o ambiente TAC [SICS 2006] com um cenário ilustrativo.

O artigo está organizado da seguinte forma. Os trabalhos relacionados são apresentados na Seção 2. Na Seção 3, descreve-se a Arquitetura proposta. Um cenário ilustrativo abordando o uso dessa arquitetura é apresentado na Seção 4. Finalmente, trabalhos futuros e conclusões são apresentados na Seção 5.

2. Trabalho Relacionado

O principal trabalho que pode ser citado é [Sardinha 2005] que produziu uma arquitetura para o ambiente TAC com objetivo de criar o framework ASYNC para implementar os agentes inteligentes, e também apresenta um mapeamento das abstrações de agentes para abstrações OO. Esta arquitetura junto com os agentes criados por ele conseguiram o terceiro lugar no campeonato mundial do TAC do ano de 2004. Os pontos fracos do ASYNC são:

- A arquitetura possui 3(três) Agentes para armazenamento na base de conhecimento e 1 agente para armazenamento na base de dados;
- Ele coloca junto agentes de decisão e aprendizagem.

Porém, na arquitetura sugerida por [Sardinha 2005] existem os agentes sensores para os leilões (hotel, voo e tickets), que são responsáveis por atualizar a base de conhecimento com os preços e mensagem para os demais agentes, também existe outro agente chamado monitor que faz a mesma coisa, sendo a única diferença dele com o sensores e que ele armazena os dados no banco de dados.

Neste artigo pretende-se unir estes dois agentes, com isso teremos uma diminuição no tráfego da rede e obtendo assim um melhor desempenho. Além disso poderemos adicionar nessa arquitetura mais dois novos agentes um para a negociação de tickets, especializado em adquirir tickets de entretenimentos(monopolizador ou cambista), e inserir uma sociedade de agentes autônomos aprendizes (SAAA). Ou seja, este trabalho ajuda a construir uma arquitetura para agentes negociadores, complementando a arquitetura do [Sardinha 2005]; propondo: agentes negociadores, negociar em Leilões Diferentes; satisfazer os clientes.

O diferencial desta arquitetura proposta e que houve uma separação dos agentes em: Agentes de decisão e Agentes de aprendizagem, através da sociedade de agentes aprendizes. E também foi adicionado um agente monopolizador e ouve a união dos agentes monopolizador com os agentes sensores do sardinha.

3. Arquitetura Proposta

Nesta seção tem por objetivo a proposição de uma arquitetura para agentes negociadores no ambiente TAC Classic, complementado a arquitetura sugerida por Sardinha [Sardinha 2005]. Por se tratar de uma arquitetura complexa que envolve vários ambientes, algumas soluções foram elencadas, sendo elas:

1. **Propor um agente negociador:** o agente tem que ser capaz de negociar autonomamente em múltiplos leilões simultâneos, com cada leilão possuindo suas especificações;
2. **Negociar em Leilões Diferentes:** o agente tem que ser capaz de negociar em 3 (três) tipos de leilões diferentes, respeitando suas regras. Os leilões são: a) Leilão de Passagens Aéreas; b) Leilão de Hotéis e c) Leilão de Tickets;
3. **Satisfazer os clientes:** A satisfação dos clientes se dá através da montagem de pacotes de viagens de acordo com as suas necessidades.

Após a identificação dos problemas gerais, subdividiu-se em problemas mais simples, objetivando a modularização/sistematização da complexidade. Dentre as subdivisões de problemas identificados, tem-se:

1. **Criar um agente negociador:** Monitorar todos os leilões, para detectar quaisquer alterações relevantes; Tentar comprar todos os tickets que estão sobrando no início do jogo, para vendê-los mais tarde por um preço bem maior; Antecipar jogadas, para poder montar estratégias e estar preparado para a negociação.
2. **Negociar em Leilões Diferentes:** Estratégia diferente de negociar para cada tipo de leilão; Tentar aprender sobre as negociações que estão acontecendo; Planejar os lances para decidir qual será a estratégia que será usada, informando o se que deve fazer na negociação.
3. **Satisfazer clientes:** Alocar bens; Estratégias para adquirir a combinação de itens preferidos por seus clientes, dando prioridade as suas necessidades; Agrupamento de clientes, para classificar os cliente dando prioridade aos que oferecer uma maior pontuação.

Segue abaixo uma arquitetura baseada em agentes objetivando a solução dos problemas supracitados. A arquitetura segue uma abordagem baseada em agentes para a negociação no ambiente TAC, conseqüentemente, a resolução dos problemas/subproblemas especificados anteriormente. Dado a subdivisão dos problemas, cada agente é responsável por um ou mais dos subproblemas, como mostrado na Figura 1. As características presentes em cada agente na arquitetura são descritas em seguida.

3.1. Agente Mediador

Pelo fato de que só um agente pode se comunicar com o ambiente foi criado o *agente mediador* que será responsável em passar para o *agente monitor* todas as informações relativas a os leilões, como lances correntes, abertura e fechamento de leilões entre outros. Além disso, ele também repassara os lances dados pelos *agentes negociadores*.

Objetivo deste agente é de repassar todas as informações dos leilões para o *agente monitor* e também de enviar os lances dos *agentes negociadores* para os leilões.

3.2. Agente Monitor

Este agente foi criado pelo fato de existir vários leilões simultâneos ele terá a capacidade de acompanhar todos os leilões e também será responsável pela atualização da base de dados com os preços dos leilões e também de enviar mensagens para os outros agentes com os novos preços do mercado, além de outras informações relevantes para a negociação, como fechamento de leilão, abertura de leilão, dentre outras.

Ele fará isso para manter a base de dados atualizada e também deixar os outros agentes informados de tudo que esta acontecendo no ambiente externo. Ou seja, este agente é responsável pelo *monitoramento de todos os leilões*. Este agente poderá usar vários algoritmos de busca.

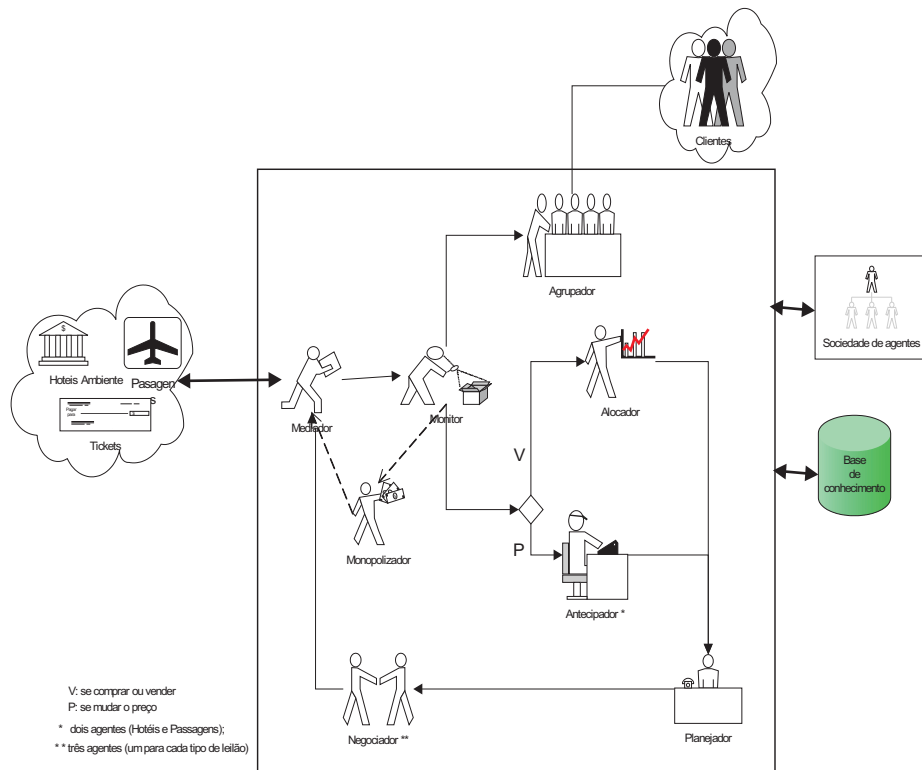


Figura 1. Arquitetura do ambiente.

3.3. Agente Antecipador

Por não saber se o preço irá aumentar ou diminuir, pelo fato de varias incertezas, foram criados dois *agentes antecipadores* de preço, um para tentar prever o preço dos leilões de hotéis e outro para tentar prever os preços dos leiloes de passagens aéreas. Com o preço previsto eles irão informar ao *agente planejador* de lances que o novo preço previsto já foi atualizado. Ou seja, este agente será responsável em *Antecipar jogadas* para que possa ajudar os outros agentes a criar um cenário, este cenário suposto conterá o preço e quantidade de bens a serem adquiridas em determinado leilão.

Exemplo de cenário: ao chegar a um determinado tempo os lances começaram a aumentar, com isso o preço também, então tudo indica que o preço do bem irá aumentar e que não é uma boa hora para a compra.

O objetivo deste agente é tentar prever o preço para verificar se ele irá aumentar ou diminuir podendo assim obter vantagem entre os demais.

3.4. Agente agrupador de clientes

Este agente irá agrupar os clientes de acordo com as suas necessidades, classificando de acordo com a pontuação que lhe proporcionam em ordem crescente, mantendo assim, as preferências dos primeiros que tiverem uma pontuação maior.

3.5. Agente Alocador de bens

Para obter uma maior pontuação no TAC foi criada este agente para que aloque os bens de acordo com os clientes que oferecem a maior pontuação pelo bem, alocando os bens da melhor maneira

possível. Podendo assim, comparar os bens que já foram comprados e os que faltam, fazendo assim um cálculo para saber a quantidade de bens que estão faltando. Com isso ele poderá informar ao *agente planejador* a quantidade de bens que estão faltando.

A alteração da viagem do cliente será feita pelo *agente Alocador de bens*, que mudará os clientes que proporcionam uma menor pontuação, trocando estes clientes de hotel ou adiantando a ida ou uma volta deste, realocando de acordo com a pontuação oferecida por ele para esta nova alocação. Com isso a mudança que proporcionar a maior pontuação para o cliente será a escolhida. O objetivo deste agente é fazer com que os bens adquiridos possam ser alocados para os clientes que oferecerem uma maior pontuação, e também informar a quantidade que falta ser adquiridas.

3.6. Agente Planejador

Este agente será responsável por deduzir uma estratégia de abordagem que provavelmente será mais eficaz na negociação, gerando uma boa proposta para a negociação.

De posse das informações enviadas pelo agente antecipador e pelo agente alocador de bens, o *agente planejador* poderá tomar as decisões sobre qual a melhor estratégia a ser utilizada na elaboração da proposta, decidindo a quantidade a ser comprada, o preço máximo a ser pago pelo bem e enviará as ordens para os negociadores. Nestas ordens conterão a quantidade a ser adquirida e o preço máximo para a aquisição do bem, podendo a qualquer momento mudar estas ordens.

O objetivo deste agente é gerenciar todas as informações e decidir se irá comprar ou vender, quantidade de cada bem a ser adquirido ou vendido, informar a quantidade e o preço máximo de cada bem para os negociadores e também será responsável por avaliar o quanto uma determinada proposta é satisfatória em um dado momento.

3.7. Agente Negociador

Dependendo do tipo de leilão existirá um *Agente negociador* especializado em cada tipo de leilão, estes agentes saberão como negociar em cada tipo de leilão e só irão negociar depois de receberem as ordens do agente planejador. Tendo em mãos todas as informações necessárias passadas pelo agente planejador, ele poderá começar a negociar. Ele guardará o histórico de cada ação tomada na negociação para depois poder avaliar o seu desempenho.

O objetivo deste agente é comprar os bens pelo menor valor possível, obtendo assim um maior lucro.

3.8. Agente Monopolizador

Este agente irá atuar no início do jogo. O objetivo dele é adquirir a maior quantidade possível de tickets no início do jogo, onde todos os agentes tentaram vender todos os tickets que estão sobrando, conseguindo isto ele terá teoricamente uma espécie de monopólio podendo assim ditar o preço a ser vendido e perto do fim do leilão ele poderá vender os tickets que estão sobrando.

3.9. Sociedade de Agentes Aprendizes Artificiais (SAAA)

Esta sociedade de agentes será responsável por aprender sobre o ambiente de negociação. Diversos aspectos de aprendizagem serão considerados no ambiente, nos quais os agentes irão cooperar entre si, objetivando incrementar conhecimento para os agentes de decisão possam aperfeiçoar a performance de resolução de problemas do sistema.

Muitos grupos de pesquisa criaram a simulação *environment-using*, onde o processo de ensino-aprendizagem é simulado por um conjunto de agentes, visando uma interação entre eles

para permitir a observação de mudanças dinâmicas ocorridas durante o processo de interação. [Girafa 1999] apresentam um exemplo, onde todos os agentes podem ser abertos para mudar estratégias e crenças/conhecimentos sobre resolução de problemas.

O comportamento de cada agente também pode afetar o comportamento da sociedade como um todo, como por exemplo, a capacidade de aprendizagem veloz e/ou limitada de um membro pode exercer algum efeito no ritmo do aprendizes envolvidos .

Além dos agentes presentes na arquitetura, mais 3 (três) entidades estão presentes, sendo elas: *a) Clientes*: é onde esta localizado todos os clientes; *b) Base de Dados*: onde fica armazenada todas as informações do jogo, como: preço corrente, preço previsto, leilões abertos, entre outros; *c) Ambiente TAC*: é onde se encontra todos os agentes concorrentes e todos os tipos de leilões, como: leilões de tickets, leilões de passagens aéreas e leilões de hotéis.

4. Cenário ilustrativo

Esta seção abordará um cenário ilustrativo objetivando a validação do ambiente proposto na seção anterior, que mostra como cada agente irá se comporta dentro da arquitetura proposta.

5. Início do jogo e Recebimento dos clientes

No início do jogo o agente mediador repassará a informação de início do jogo e os clientes recebidos para o agente monitor, este agente avisara ao *agente monopolizador* que o leilão começou e irá enviar ao *agente agrupador de cliente* a lista de clientes.

O agente momopolizador por ser o início do jogo, ele tentará comprar todos os tickets de entretenimentos que estão sobrando, fazendo assim um tipo de monopólio, o beneficio disto é que depois de adquirido os tickets ele poderá ditar o preço do ticket podendo assim obter um maior lucro.

O TCCAgent recebe os seus clientes, e verifica se há um padrão entre eles através do *agente agrupador de clientes* e agrupa de acordo com as suas necessidade e os ordena de acordo com a pontuação proporcionada por cada um.

Com isso ficará mais fácil criar uma estratégia para a negociação, podendo assim dividir os clientes entre os dias, tentando não alocar muitos clientes no mesmo hotel e no mesmo dia, classificando os clientes de acordo com a pontuação proporcionada, mantendo assim a preferências dos primeiros que tiverem uma pontuação maior, os que tiverem uma pontuação menor poderão ter suas preferências alteradas. Depois de feito este agrupamento o agente agrupador de clientes armazenara na base de conhecimento.

Feito isso o agente agrupador envia os dados dos clientes agrupados para o agente alocador para que eles possam relacionar todos os bens necessários para a satisfação inicial de todos os clientes. Feito isso ele armazenara estas informações na base de conhecimento e envia-ra uma mensagem para o agente planejador com os bens que de início terão ser adquiridos. Com estes dados o agente planejador deduzirá uma estratégia de abordagem que provavelmente será mais eficaz para esta negociação podendo assim tomar as decisões sobre qual a melhor estratégia a ser utilizada na elaboração da proposta, decidindo a quantidade a ser comprada, o preço máximo a ser pago pelo bem e enviará as ordens para os agentes negociadores.

Os agentes negociadores, por sua vez, de posse de todas estas informações irão negociar no ambiente através do agente mediador.

Logo abaixo segue o diagrama de seqüência ilustrando o início do jogo2.

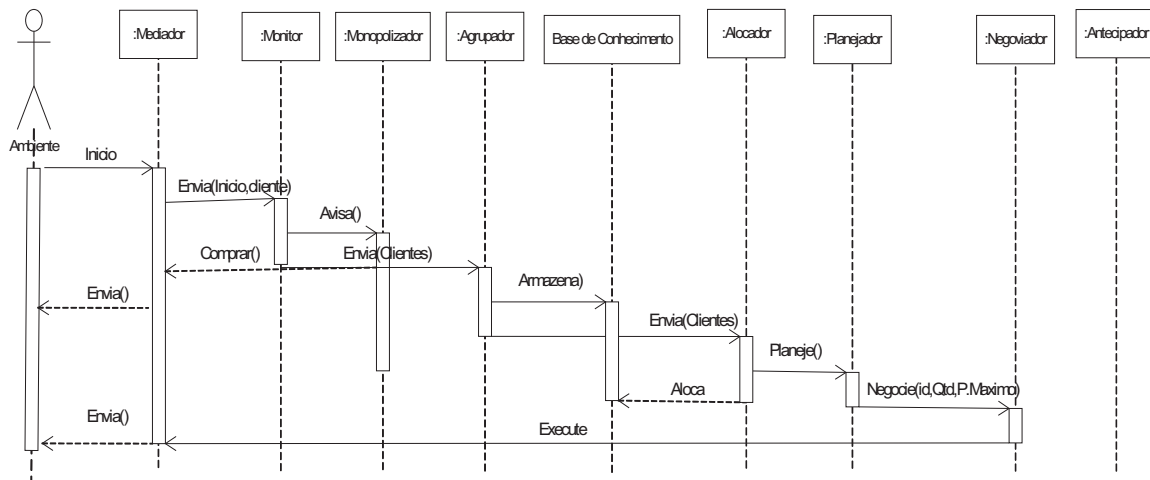


Figura 2. Diagrama de Seqüência

5.1. Mudança de preço

Quando ocorre alguma mudança no ambiente o agente mediador irá repassar essas informações para o agente monitor, se esta informação repassada para ele for um novo preço ele irá armazenar na base de dados e enviará um aviso para o agente antecipador de jogada, este agente por sua vez irá tentar prever o próximo preço e armazenará esta informação na base de dados e informara para o agente planejador, esta informação será o preço previsto.

Com o preço previsto em mãos o agente planejador deduzira uma estratégia de abordagem que provavelmente será mais eficaz nesta negociação e ira gerar uma boa proposta para os negociadores, com esta proposta o agente negociador especializado neste tipo de leilão irá enviar o lance para o agente mediador, que será encarregado de repassar esta informação para o ambiente (Figura 3).

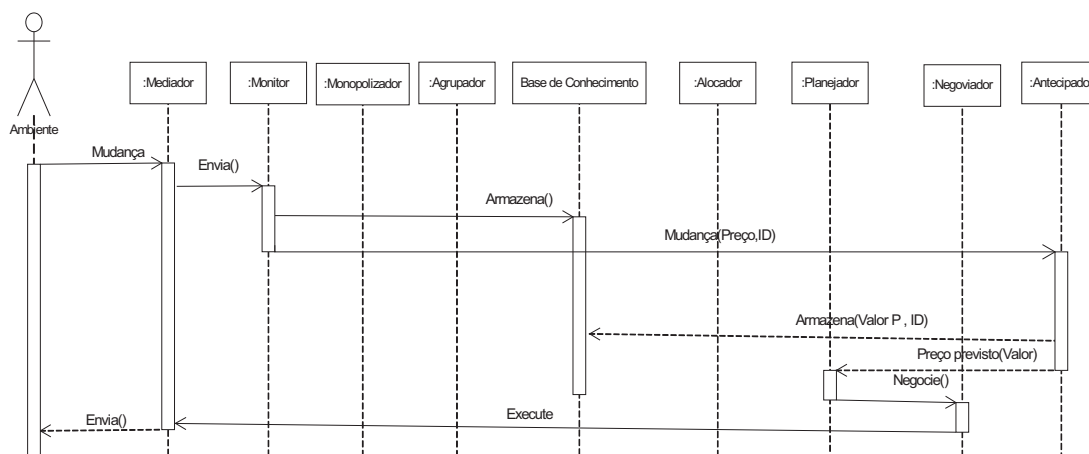


Figura 3. Diagrama Mudança de preço

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo descreveu uma Arquitetura para negociação automatizada. Para criação desta arquitetura foram encontradas várias dificuldades, uma delas foi a complexidade envolvida em uma ne-

gociação do mundo real que é muito difícil enquadrá-la em uma arquitetura, pois existem várias exceções, que eleva a dificuldade de uma criação de um modelo.

Com isso podemos esperar que o trabalho investido possa ser aproveitado na implementação e testificação de algoritmos de tomada de decisão e aprendizagem, como podemos citar, algoritmos de Inteligência Artificial. Com essa arquitetura proposta, espera-se ter contribuído para a área de informática na negociação, em ambientes interativos de negociação e inteligência artificial em negociações.

Como trabalho futuros, objetiva-se construir agentes que serão mapeados em cada parte da arquitetura. Poderemos também estender esse artigo para atuar em negociações não só no ambiente TAC, mais em vários domínios.

Referências

- Filho, R. R. G. N. (2004). Um modelo de sistema multi-agente para negociação automatizada no comércio eletrônico. Master's thesis, Universidade Federal de Campina Grande.
- Girafa, L. M. M. (1999). *Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Guttman, R. H., Moukas, A. G., and Maes, P. (1998). Agent-mediated electronic commerce: a survey. *Knowl. Eng. Rev.*, 13(2):147–159.
- Haykin, S. (2001). *Redes Neurais: Princípios e Práticas*. Bookman, 2 edition.
- He, M., Jennings, N. R., and Leung, H.-F. (2003). On Agent-Mediated Electronic Commerce. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15(4):985–1003.
- Luger, G. F. (2004). *Inteligência Artificial*. Bookman, 4 edition.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning (Hardcover)*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 4 edition.
- Oliveira, R. N., Silva, A. P., Bittencourt, I., and Costa, E. B. (2005). Um ambiente multi-agente adaptável para negociações no e-commerce. In *10º Congresso Estadual de Informática e Telecomunicações - SUCESU - (anais no formato digital) ISSN 1897-4499*, Cuiabá-MT.
- Russel, S. and Norvig, P. (2004). *Inteligência Artificial*. ELSEVIER, 2 edition.
- Sardinha, J. A. R. P. (2005). Mas-school e async: Um método e um framework para construção de agentes inteligentes. Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- SICS (2006). Competitive Benchmarking for The Trading Agent Community.
- Wangenheim, C. G. and Wangenheim, A. (2001). *Raciocínio Baseado em Casos*. Manole.