

Um Ambiente Baseado em Agentes para Suporte a Negociações Eletrônicas Automatizadas Utilizando Ontologias e Regras de Produção

Alan Silva¹, Rômulo Oliveira³, Ig Bittencourt², Marcos Silva²,
José Alencar Neto², Evandro Costa², Hyggo Almeida⁴

¹Faculdade de Tecnologia de Alagoas (FAT)
Av. Presidente Roosevelt, 1200, Serraria, Maceió, AL – Brasil
alan@tci.ufal.br

²Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Campus A. C. Simões, BR 104 - Norte, Km 97, C. Universitária, Maceió, AL – Brasil
{ibert, evandro, marcos, alencar}@tci.ufal.br

³Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Campus Arapiraca, Campo da Sementeira - AL 115, KM 3 S/N Arapiraca, AL – Brasil
romulo@dsc.ufcg.edu.br

⁴Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Rua Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó, 58.109-900 – Campina Grande – PB – Brasil
hyggo@dee.ufcg.edu.br

Abstract. *In agent-mediated automated negotiations, one of the great challenges is how to make negotiator agents capable of acting in different environments or domains business, that is, to make negotiator agents flexible enough so that they can adapt to negotiation environments at runtime, according to their conveniences. In this paper, it is proposed a negotiation environment where all the messages exchanged among the agents are specified in terms of ontologies, thus easing the work of inference and machine learning mechanisms in the process of decision making when adapting negotiator agents to the different environments and business domains.*

Resumo. *Em negociações automatizadas mediadas por agentes, uma dos grandes desafios é como tornar os agentes negociadores capazes de atuar em distintos ambientes ou domínios de negócio, ou seja, tornar os agentes negociadores flexíveis o bastante para que estes possam se adaptar à ambientes de negociação em tempo de execução, conforme suas conveniências. Neste artigo é proposto um ambiente de negociação onde todas as mensagens trocadas entre os agentes são especificadas em termos de ontologias, facilitando então o trabalho de mecanismos de inferência e aprendizagem de máquina no processo de tomada de decisão em adaptações de agentes negociadores aos distintos ambientes e domínios de negócio.*

1. Introdução

Um dos principais domínios de aplicação da engenharia de software orientada a agentes atualmente está relacionado ao uso de agentes no processo de negociação eletrônica automatizada. A questão macro que permeia boa parte das pesquisas no tema negociação automatizada é a de viabilizar o processo de negociação automatizada no contexto do comércio eletrônico, tentando aproximá-la do que ocorre no comércio tradicional.

No geral, os problemas de negociação automatizada são complexos e suas soluções são sofisticadas, exigindo que algumas questões sejam ponderadas e resolvidas de maneira integrada, tais como: (1) Quais são as possíveis ações que um determinado agente poderá tomar em nome de uma empresa ou um indivíduo? (2) Quando estas ações poderão ou deverão ser executadas? (3) Sobre qual vocabulário estes agentes irão dialogar? (4) Como estes agentes irão inferir sobre que determinada ação será a melhor para um determinado momento da negociação? (5) Qual o tipo de ambiente no qual esta máquina está inserida?

Soluções mais tradicionais [Faratin et al. 1998, Chavez and Maes 1996, Faratin et al. 2002, Jennings et al. 2001] tentam resolver parcialmente esses problemas, mas não contemplam o processo de negociação como um todo, ou seja, as soluções existentes tendem a observar um aspecto restrito do processo completo de negociação, o que faz com que soluções bastante relevantes não possam ser utilizadas de maneira unificada, pois, são soluções criadas “sob encomenda” a um determinado contexto [V. Tamma and Wooldridge 2005].

Neste artigo, apresenta-se um ambiente de software de apoio a negociações automatizadas que oferece suporte aos mais variados modelos de negociação existentes, juntamente com suas respectivas estratégias de negociação. Com isso, torna-se possível que modelos diferentes sejam integrados, aproximando dessa forma a negociação automatizada a modelos do mundo real.

Para isto, propõe-se uma arquitetura aberta e flexível para o ambiente de negociação, onde o número de compradores e vendedores, ou a oferta e a procura de produtos ou serviços, podem ser alterados conforme o tempo. Por flexível, entenda-se que o agente negociador possui escalabilidade tanto no nível de estratégias de negociação como na quantidade de domínios de negócio que este esteja envolvido. Estas características foram implementadas no ambiente proposto utilizando conceitos de ontologias e regras de produção.

O uso da ontologia possibilitou que os agentes negociadores pudessem ser implementados, a priori, para qualquer domínio de negócio. O que acontece é que o ambiente fornece um protocolo de interação entre os agentes numa mesma ontologia, possibilitando que um agente negociador esteja desacoplado dos domínios de negócio que ele poderá negociar. A individualidade de cada agente negociador está vinculado, portanto, às regras que o agente negociador possui.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2, descreve-se o ambiente proposto. Na Seção 3, apresenta-se o estudo de caso desenvolvido. Trabalhos relacionados são discutidos na Seção 4. Finalmente, as considerações finais são apresentadas na Seção 5.

2. Descrição do Ambiente

Em princípio, uma negociação automatizada é vista como um jogo, onde os participantes interagem uns com os outros, com o objetivo de alcançar um acordo. No contexto deste trabalho, cada um dos negociadores são sistemas formados pela colaboração entre agentes, solução adotada devido ao grau de complexidade do problema [Oliveira et al. 2006]. Assim, um agente negociador é representado por Sistema Multiagente (SMA), em que agentes de forma integrada e coesa atuam em nome de uma única entidade (empresa, organização, indivíduo etc).

Na Figura 1 está representada uma visão dessa discussão. Nesta figura pode-se observar dois agentes negociadores, que estão lado a lado buscando realizar um acordo baseado em uma seqüência de interações. Essas interações podem ocorrer das mais variadas formas, assim como as interações entre negociadores humanos.

Além disso, é muito comum que durante o processo de negociação seja necessário que informações sobre o ambiente externo possam ser conhecidas. Assim, a interação entre os agentes pode possuir uma riqueza maior em detalhes e nível de conhecimento, aumentando, portanto, as chances de um negociador conseguir maior êxito na conclusão de seus objetivos. Por exemplo, esse conhecimento poderia ser a cotação do barril de petróleo, a cotação de moedas estrangeiras, previsão de chuva.

As informações sobre o domínio do negócio devem ser compartilhadas para que os negociadores entendam uns aos outros, tanto de forma sintática como semântica. Para isso, foram utilizadas ontologias.

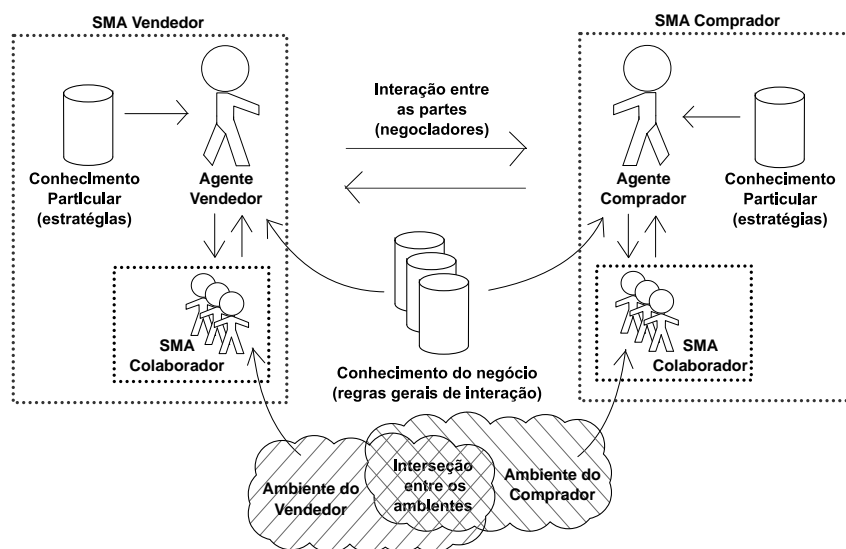


Figura 1. Visão de um Ambiente de Negociação

2.1. Protocolo de Negociação

Para que um agente negociador possa se comunicar com outros agentes negociadores, além de um meio físico de comunicação, faz-se necessário que estes agentes conheçam sob quais condições e/ou termos os negociadores irão negociar. No ambiente proposto neste trabalho, considera-se que os agentes negociadores participantes são comportados, isto é, os agentes não possuem características deselegantes na comunidade, ou seja,

não enviam “lixo” ou mensagens fora dos padrões pré-estabelecidos dentro da ontologia. Portanto, propõe-se um protocolo simples de negociação, de forma que seja simples a maneira como os modelos e/ou domínios de negociação são introduzidos no ambiente. Esse protocolo é expresso em uma ontologia, conforme ilustrado pela Figura 2. As entidades envolvidas no protocolo são descritas a seguir.

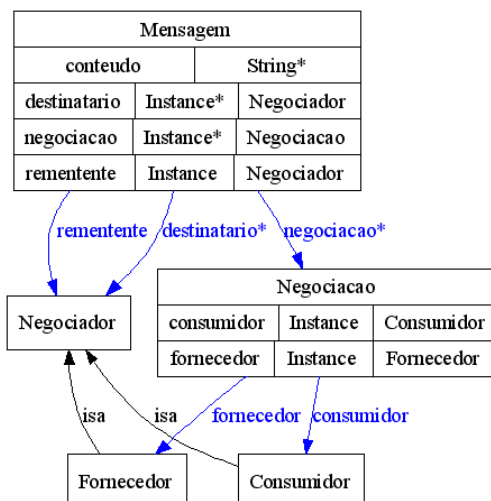


Figura 2. Ontologia que descreve o Protocolo de Negociação

- **Mensagem:** As mensagens representam a forma como os agentes negociadores irão trocar informações dentro do ambiente de negociação. Uma mensagem deste tipo conter: o remetente da mensagem, o destinatário da mensagem, um conteúdo no formato texto (*String*) e a negociação que os dois agentes estão negociando. Esse conteúdo deve representar algum termo específico de um domínio de negócio;
- **Negociação:** Apesar do ambiente proposto neste trabalho proporcionar a oportunidade do agente negociador atuar simultaneamente em várias negociações, com vários negociadores, com vários domínios de negócio, as negociações são vistas de forma individualizada e bilateral entre os agentes negociadores. Em outras palavras, uma negociação representa uma troca de mensagens entre dois agentes negociadores apenas, sendo abstraída, em primeira instância, a existência de agentes negociadores concorrentes. Essa característica deve-se ao fato da necessidade de criar um modelo simplificado que possa suportar um grande número de modalidades de negociação. Assim, caso seja necessário que as informações inerentes as negociações que estão ocorrendo em paralelo e do mesmo domínio sejam compartilhadas, faz-se necessário que a ontologia do domínio suporte tal tipo de característica. Portanto, no ambiente proposto neste trabalho, uma negociação é representada por um fornecedor e um consumidor que estão vinculados a um modelo de negociação.

O Código 1 mostra como as mensagens foram mapeadas no formalismo definido pela linguagem *Jess* [Friedman-Hill]. Assim, os agentes definidos na Seção 2.2, conhecem, a priori, esse tipo de mensagem, sabendo manipulá-la de maneira correta.

Código 1. Mapeamento para o Jess

```
(deftemplate Mensagem
  (slot remetente)
  (slot destinatario)
  (slot negociacao)
  (multislot conteudo)
)
```

2.2. Arquitetura de um Agente Negociador

A arquitetura de um dos agentes do negociador está representada na Figura 3, onde estão destacados os possíveis componentes de cada uma das entidades, relacionadas à tomada de decisão ou aprendizagem. O objetivo aqui é mostrar a estrutura do arcabouço para criação do SMA Negociador, como agentes inteligentes, que poderão fazer uso de técnicas disponíveis da Inteligência Artificial.

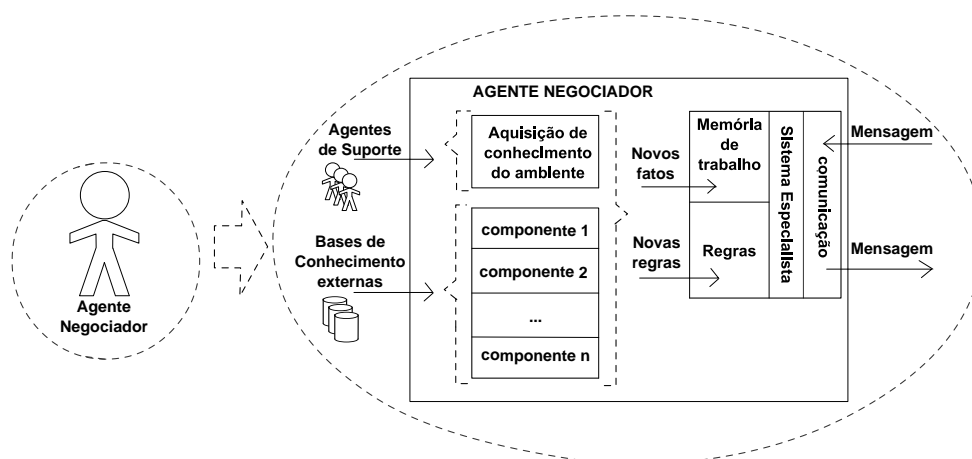


Figura 3. Arquitetura do SMA Negociador

Entendendo o termo “conhecimento” como o conjunto de informações que influenciarão o negociador em suas decisões, na Figura 3, observa-se que um agente negociador possui conhecimentos distintos e bem definidos:

- *Conhecimento do Ambiente*: aqui está representado todo o conhecimento do meio onde o negociador se encontra e que é útil a ele;
- *Componente*: é o encapsulamento de uma técnica de extração de conhecimento (RBC, Redes Neurais, Q-Learning, Data Mining, etc), utilizada pelo negociador para a aprendizagem;
- *Memória de trabalho*: onde se encontram os fatos obtidos tanto do ambiente, como por componentes ou regras. Em geral, novos fatos podem desencadear novas ações a serem tomadas;
- *Regras*: estão as regras básicas para a negociação (configuradas *a priori*) e também novas regras acrescentadas por componentes que se utilizam da Inteligência Artificial.

3. Estudo de Caso

Esta seção descreve o estudo de caso elaborado para a simulação do ambiente proposto na Seção 2. Foi elaborada uma ontologia de termos e significados referente as ações e intenções em negociações de pacotes de viagem.

Primeiramente, é importante mencionar que essa ontologia representa uma negociação que envolve dois tipos de agentes, o agente cliente e o agente agência virtual de viagens. Além disso, nessa negociação, de forma mais abstrata, dois tipos de informações são trocadas entre os dois tipos de agentes, que é a *SolicitacaoPacoteViagem* e um *PacoteViagem*. Uma *SolicitacaoPacoteViagem* é sempre feita por um determinado agente cliente, e um pacote de viagem é sempre feito por uma agência de viagem, dado um pedido de solicitação de compra recebido por um cliente. Esses dois tipos de mensagens, conforme foram mapeadas no ambiente proposto nesse artigo, estão descritas nos Códigos 2 e 3.

Código 2. Tipo de Mensagem PacoteViagem

```
(deftemplate PacoteViagem
  (slot id)
  (slot agencia (type OBJECT))
  (slot solicitacao_pacote (type OBJECT))
  (slot servico_transporte (type OBJECT))
  (slot servico_hospedagem (type OBJECT))
  (slot status)
)
```

Código 3. Tipo de Mensagem SolicitacaoPacoteViagem

```
(deftemplate SolicitacaoPacoteViagem
  (slot id)
  (slot solicitante (type OBJECT))
  (slot opcao_transporte (type OBJECT))
  (slot opcao_hospedagem (type OBJECT))
  (slot opcao_preferencias (type OBJECT))
  (slot negociacao_pacote_viagem (type OBJECT))
)
```

Outro fator a ser considerado é que a ordem e o momento com que cada um desses dois tipos de mensagens são trocadas dependem da conveniência de cada um dos agentes. O que está explicitamente representado, é a intenção que pode ser estabelecida com um tipo de mensagem enviada. Então, se um agente cliente envia uma solicitação de proposta a um agente vendedor, é porque deseja receber uma proposta referente àquela solicitação. Por outro lado, se um agente vendedor, envia um pacote de viagem a um determinado cliente, é porque está ofertando um pacote ao cliente.

Inicialmente, a parte da ontologia referente a uma solicitação de um pacote de viagem desta simulação possui os seguintes termos:

- *SolicitacaoPacoteViagem*: Esse é o modelo de uma solicitação de pacote de viagem que ambos os agentes devem conhecer. Assim, um agente cliente deve enviar suas preferências em relação a hospedagem, ao transporte e preferências mais gerais. Ainda, essas preferências são representadas por outras classes da ontologia: *OpcaoHospedagem*, *OpcaoTransporte* e *OpcaoPreferencias*;

- *OpcaoTransporte*: Em relação as opções de transporte, preferências como a cidade de origem da cidade (*origem*), a cidade de destino *destino*, a quantidade de passagens (*numero_passagens*) e o turno de partida da viagem (*turno_partida*). Além disso, essa classe tem alguns filhos que representam, de fato, qual o tipo de transporte requerido: *OpcaoOnibus*, *OpcaoNavio*, *OpcaoAviao* e *OpcaoTrem*;
- *OpcaoHospedagem*: Em relação as opções de hospedagem, deve ser definido preferências como segue abaixo. Além disso, são possíveis três tipos possíveis de hospedagem: albergue (*OpcaoAlbergue*), pousada (*OpcaoPousada*) e hotel (*OpcaoHotel*).
 - *numero_diarias*: Representa o número de diárias que o cliente deseja permanecer no destino;
 - *cafe_da_manha*: Representa se o cliente deseja ter café da manhã no local que ele for se hospedar;
 - *data_checkout*: Representa a data que o cliente deseja começar a se hospedar;
 - *data_checkin*: Representa a data que o cliente deseja fechar a sua hospedagem.
- *OpcaoPreferencias*: Nas preferências mais gerais, o cliente pode/deve relatar algumas preferências mais específicas: o prazo de pagamento (*prazo_de_pagamento*), o valor máximo que o cliente deseja pagar pela solicitação (*limite_disponivel*), o peso da bagagem que o cliente deverá levar em sua viagem (*peso_bagagem*) e o motivo o qual o cliente esta fazendo a viagem;
- *NegociacaoPacoteViagem*: Um objeto do tipo *NegociacaoPacoteViagem* serve para haver um sincronismo entre os pacotes enviados pelos agentes agências de viagens e as solicitações dos clientes. Isso se faz necessário porque um determinado agente cliente pode precisar controlar se ele aceita receber propostas.

Da mesma forma, dado que uma agência de viagem queira enviar uma pacote de viagem, este agente deve conhecer a parte da ontologia de pacote de viagem, que possui os seguintes termos:

- *PacoteViagem*: Um pacote de viagem representa um conjunto de serviços que uma determinada agência de viagens irá prover ao um determinado cliente. Para este estudo de caso, apenas dois serviços são oferecidos: serviços de hospedagem (*ServicoHospedagem*) e serviços de transporte (*ServicoTransporte*), conforme está detalhado em seguida;
- *ServicoHospedagem*: Em um determinado serviço de hospedagem, é descrito um verdadeiro provedor do serviço de hospedagem (*PrestadorServicoHospedagem*) requerido pelo cliente, juntamente com uma possível oferta (*OfertaHospedagem*) desse provedor:
 - *OfertaHospedagem*: Portanto, uma oferta corresponde a uma possibilidade de negócio com um determinado provedor de serviço. Então, quando um agente agência de viagem recebe uma proposta, ele vai verificar junto aos seus provedores de serviço de hospedagem (*PrestadorServicoHospedagem*). Estes prestadores de serviço respondem a agência com ofertas relacionadas, dessa forma, a agência pode escolher a mais conveniente e a define no respectivo serviço de hospedagem *ServicoHospedagem*. Na verdade, é aconselhável que esta busca por propostas

seja delegada a um agente de suporte, pois, ele poderia estar sempre tentando descobrir ofertas interessantes. Também é importante notar que os agentes agências que possuírem as melhores ofertas deverão oferecer os melhores pacotes aos seus clientes;

- *PrestadorServicoHospedagem*: Os prestadores de serviço de hospedagem (*PrestadorServicoHospedagem*) são representados pelos hotéis, pousadas ou albergues, que podem servir serviços para hospedagem e com isso atender as demandas oferecidas pelos clientes às agências virtuais.
- *ServicoTransporte*: Assim como o serviço de hospedagem, o serviço de transporte corresponde a forma como uma determinada agência vai oferecer o serviço de transporte ao seu cliente. Portanto, um *ServicoTransporte* possui uma oferta de hospedagem *OfertaHospedagem* e um respectivo prestador de serviço *PrestadorServicoTransporte*.
 - *OfertaTransporte*: A oferta transporte se refere a uma determinada opção de serviço a uma determinada solicitação. Assim, para uma requisição de viagem, pode existir vários provedores de serviços que podem atender a tal solicitação. Portanto, o agente agência deverá escolher a mais conveniente para atender a uma determinada solicitação de um cliente;
 - *PrestadorServicoTransporte*: Os prestadores de serviço de transporte (*PrestadorServicoTransporte*) são as empresas de transportes aéreos, rodoviários e marítimos, que podem servir serviços para transporte de passageiros e com isso atender a demandas oferecidas pelos clientes às agências virtuais.

Os experimentos foram realizados com um agente cliente que negociou dois pacotes de viagens. O primeiro representava uma solicitação para 15 passageiros, com um peso de bagagem de 4.500Kg, com isso, foi feito que todas as agências pudessem negociar sobre várias estratégias baseadas em regras (como a descrita no Código 4), visto que o montante iria passar de R\$ 10.000,00 e haveria excesso de bagagem suficiente. Na segunda solicitação, houve um solicitação de pacote de viagem simples, onde não haveria negociação por montante e não haveria excesso de carga. Supomos ainda que o cliente viaje muito, e ele já comprou nas quatro agências, por isso, o agente que possuir estratégias baseada em fidelização irá dar um desconto maior, que neste caso, só ocorre com o apenas um dos quatro agente agências de viagem.

Código 4. Exemplo de regra implementada no agente cliente

```
(deffunction busca-melhor-pacote-ofertado (?spvi)
  (bind ?pacotes (run-query query-busca-melhor-pacote-ofertado ?spvi))
  (bind ?pct nil) (while (?pacotes hasNext) do
    (bind ?token (call ?pacotes next))
    (bind ?fact (call ?token fact 1))
    (if (eq ?pct nil) then (bind ?pct ?fact))
    (if (< (get-valor-pacote ?fact) (get-valor-pacote ?pct)) then
      (bind ?pct ?fact))
    (if (= (get-valor-pacote ?fact) (get-valor-pacote ?pct)) then
      (if (<=(tempo-aguardando-oferta ?fact)(tempo-aguardando-oferta ?pct)) then
        (bind ?pct ?fact))
      )
    )
  )
  (return ?pct)
)
```

	A	B	C	D
Hospegem	8907,75	8953,87	8917,75	8998,87
Transporte	988,50	994,25	988,50	999,25
Hospegem	8815,50	8907,75	8835,50	8997,75
Transporte	977,00	988,50	977,00	998,50
Hospegem	8723,25	8861,62	8753,25	8996,62
Transporte	965,50	982,75	965,50	997,75
Total Final	9688,75	9844,37	9718,75	9994,37

Tabela 1. Valores ofertados pelos agentes agências em cada rodada da negociação no cenário 1

Os resultados das duas negociações podem ser encontrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente representando a primeira e a segunda solicitação.

	A	B	C	D
Hospegem	99,85	99,92	99,85	99,92
Transporte	99,85	99,92	99,85	99,92
Hospegem	99,70	99,85	99,70	99,85
Transporte	99,70	99,85	99,70	99,85
Hospegem	99,55	99,77	99,55	99,77
Transporte	99,55	99,77	99,55	99,77
Total Final	199,00	199,54	199,00	199,54

Tabela 2. Valores ofertados pelos agentes agências em cada rodada da negociação no cenário 2

Conforme pode ser visualizado, na primeira negociação (Tabela 1), o Agente A ganhou a negociação com certa folga, pois ele possui barganha baseado em montante, peso de bagagem e, principalmente, em fidelização. Na segunda negociação (Tabela 2), o Agente C ganhou por ter enviado a proposta primeiro.

O Agente C, na segunda negociação, enviou propostas iguais ao Agente A, mas, por motivos que ele tem um processamento menor, este enviou suas propostas mais rapidamente, o que ocasionou em sua “vitória”.

4. Trabalhos Relacionados

Os trabalhos propostos em [V. Tamma and Wooldridge 2005], [Bartolini et al. 2004] e [Faratin et al. 2002] trouxeram avanços significativos no tema negociação automatizada no comércio eletrônico, porém, alguns aspectos devem ser considerados.

Primeiramente, em [Bartolini et al. 2004], foi proposto um ambiente aberto de negociação automatizada. Esse ambiente é baseado em mecanismos centrais de negociação, as quais controlam todo o funcionamento de um ambiente de negociação, inclusive as condições necessárias para se realizar um acordo. A desvantagem desta abordagem é que as condições as quais o agente negociador, vendedor ou comprador, tem para realizar um acordo podem ser bastante individualizadas e extremamente variáveis em relação ao tempo.

Além disso, no trabalho proposto por Bartolini e outros [Bartolini et al. 2004] não existe nenhum suporte a construção de agentes negociadores, a verdade é que os projetistas dos agentes terão de conhecer as regras da negociação e implementá-las diretamente dentro de seus agentes, para cada implementação possível de um mecanismo de negociação.

Ainda, como as condições para a realização de um acordo são todas pré-definidas e existe apenas um objeto de negociação que está envolvido em todas as negociações, que está previamente explicitamente especificado. Com isso, diminui-se o poder de barganha entre os agentes negociadores envolvidos, pois, não será possível ao agente negociar a especificação dos produtos sobre condições de negociação diferentes.

Tamma e Wooldridge [V. Tamma and Wooldridge 2005] tentam diminuir esse problema de acoplamento entre um determinado agente negociador e um domínio específico de negócio utilizando ontologias. Ele propõe atribuir a uma única ontologia a responsabilidade de modelar todos os protocolos de negociação. Dessa forma, ao entrar em um determinado mercado eletrônico, este agente deverá ser capaz de negociar sem que seja necessário algum tipo de ajuste prévio. O primeiro problema é que, caso exista um mercado eletrônico com um protocolo de negociação diferente dos não previstos na ontologia, o agente não será capaz de negociar, porque não foi feita uma pré-implementação. O segundo problema é que para domínios de negócios que necessitem de um poder de expressividade maior (com muitos termos e intenções diferentes) essa única ontologia não seria coesa, pois teria de tratar muitos termos de assuntos não relacionados.

No trabalho desenvolvido por Oliveira e outros [Oliveira et al. 2006] houve grandes avanços na determinação de um ambiente e na aprendizagem automática dos negociadores, por outro lado, não foram propostas questões relacionadas a ontologias como mecanismo de prover fácil expressividade e interação entre agentes de qualquer tipo.

5. Conclusão

Neste artigo foi apresentado um ambiente para negociação eletrônica automatizada utilizando ontologias e regras de produção. O foco do ambiente proposto é dar suporte ao desenvolvimento de agentes computacionais negociadores que atuem em ambientes de negociação de forma mais flexível, considerando que um mesmo agente negociador pode ser projetado para atuar em vários ambientes de negociação.

Foi apresentado um estudo de caso no domínio de agências virtuais de viagem. Com a implementação do estudo de caso, observou-se que a utilização de regras como mecanismos de representação de conhecimento, sobre os objetivos de um agente, junto com a representação de suas estratégias de negociação, torna o agente mais flexível a mudanças nas suas estratégias ou nos seus objetivos do que os agentes em Tamma [V. Tamma and Wooldridge 2005], dado que os domínios de negócios juntamente com suas restrições de vocabulários, impedem do protocolo de negociação.

Outro avanço obtido, dessa vez em relação a autonomia dos agentes dentro da sociedade em relação a Bartolini [Bartolini et al. 2004], é o fato de permitir a cada agente a possibilidade de decidir quando cada agente deve ou não enviar ou aceitar uma proposta.

Como trabalho futuro, planeja-se a aplicação do ambiente proposto em outros domínios de negociação. Isto será indispensável para melhorar as características de

flexibilidade providas pelo ambiente, através da observação de requisitos específicos de aplicação que podem ser generalizados e passarem a fazer parte da estrutura do ambiente proposto.

Referências

- Bartolini, C., Preist, C., and Jennings, N. R. (2004). A Software Framework for Automated Negotiation. In *Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems*, volume 3390 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 213–235. Springer-Verlag.
- Chavez, A. and Maes, P. (1996). Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods. In *First International Conference on the Pratical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, pages 75–90, London, UK.
- Faratin, P., Sierra, C., and Jennings, N. R. (1998). Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents. *Robotics and Autonomous Systems*, 24(3-4):159–182.
- Faratin, P., Sierra, C., and Jennings, N. R. (2002). Using Similarity Criteria to Make Issue Trade-offs in Automated Negotiations. *Artificial Intelligence*, 142(2):205–237.
- Friedman-Hill, E. Sandia National Laboratories - Jess Web Site, <http://herzberg.ca.sandia.gov> - acessado em 20/01/2006.
- Jennings, N. R., Faratin, P., Lomuscio, A. R., Parsons, S., Wooldridge, M., and Sierra, C. (2001). Automated Negotiation: Prospects Methods and Challenges. *Group Decision and Negotiation*, 10(2):199–215.
- Oliveira, R. N., Silva, A. P., Bitencourt, I., Gomes, H., and Costa, E. B. (2006). A multi-agent based framework for supporting learning in adaptive automated negotiation. In *accepted for publication at the 8th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2006*, Paphos - Cyprus.
- V. Tamma, S. Phelps, I. D. and Wooldridge, M. (2005). Ontologies for supporting negotiation in e-commerce. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 18(2):223–236.