

1 Introdução

1.1 Motivação

Um grande crescimento no comércio eletrônico foi observado nos últimos anos. Há diversas razões para este crescimento. Primeiramente, a cada ano o número dos usuários cresce de forma surpreendente. Um outro fator é o aumento no lucro que esta atividade fornece. Finalmente, a facilidade e a conveniência fornecida também contribuem ao crescimento do comércio através da internet.

Os leilões são um importante e tradicional mecanismo de mercado. Recentemente, leilões têm ganhado cada vez mais espaço e popularidade no comércio eletrônico. Têm sido usados em diferentes contextos como privatizações governamentais, sites na internet, sistemas multi-agente, entre outros (Nisan, 2000).

Os leilões virtuais podem adicionar uma grande quantidade e uma variedade de vendedores e compradores de distantes lugares do mundo. Esta razão os faz suficientemente atrativos ao mundo do negócio.

Os leilões tradicionais geralmente oferecem apenas artigos de um tipo. Em muitos casos, a compra de itens isolados não faz sentido. É necessário adquirir um ou mais produtos e empacotá-los juntos para satisfazer as necessidades dos clientes. Alguns exemplos ilustrativos são a compra de camisas e calças para uniformes, de diárias de hotel e passagens aéreas, camas e colchões. No futuro, a negociação de bens e serviços relacionados terá um importante espaço no comércio eletrônico. A automatização de tal serviço será requerida para aumentar a eficiência e a velocidade de reposta para os clientes.

Suponha, então, que você deseje comprar, através de leilões na internet, um computador composto por cpu, monitor, teclado, mouse, impressora e caixas de som. Monitorar os preços nos leilões e tomar decisões sobre os valores dos lances nos Web sites é uma tarefa desgastante, especialmente se partes do computador são negociadas separadamente em leilões simultâneos. Leilões simultâneos são um desafio para os negociadores, principalmente quando bens complementares e substituíveis estão sendo oferecidos.

Bens complementares são produtos como cpu, monitor, teclado e mouse que juntos compõem um computador. Neste tipo de bens, o negociador deseja qualquer um dos bens anteriores somente se ele conseguir adquirir os demais posteriormente. O negociador só terá garantia da aquisição quando todos os leilões fecharem. Se ele não conseguir todo o conjunto, o computador poderá se tornar inútil, levando o comprador ao prejuízo.

Bens substituíveis são produtos como uma CPU com processador e outra com dois processadores. Neste caso, o negociador deseja apenas um dos bens, nunca os dois. Ele tem preferência pela melhor, mas se esta se tornar muito cara, ele se contenta com apenas um processador.

1.2 Resultados

Este trabalho apresenta um sistema multi-agente, o SIMPLES¹, para negociação em leilões simultâneos e relacionados. Descrevemos uma arquitetura multi-agente, como também a análise e o desenvolvimento de estratégias para negociação em leilões simultâneos, onde são desejados bens relacionados, em contrapartida com bens isolados.

Quando falamos de um agente de negociação nos referimos ao software que negocia bens combinados em múltiplos mercados em nome de um ou mais clientes, baseado em preferências expressadas ou eliciadas pelo cliente. O

¹ SIMPLES - Sistema Multi-agente Para LEilões Simultâneos

software do agente de negociação pode potencialmente lidar com complexas combinações de bens, grande número de produtos e mercados, uma larga escala de tipos do mercado, além de mercados que mudam rapidamente com os bens mais escassos do que consumidores humanos.

Alguns problemas bem conhecidos em negociação foram identificados no projeto da arquitetura do sistema, tais como alocação de bens, predição de preços, tomadas de decisão, incluindo raciocínio sob a incerteza, e segmentação de demanda, entre outros. Cada agente que compõe o sistema trata um destes subproblemas. Isto torna possível a aplicação de diferentes técnicas de computação para resolver os subproblemas separadamente e depois combinar as soluções.

Foi utilizado o *Trading Agent Competition* (TAC, 2003) para exemplificar as técnicas examinadas. TAC é um fórum internacional projetado para promover e encorajar pesquisas de alta qualidade para o problema de negociação entre agentes. O TAC foi escolhido para testar as heurísticas desenvolvidas por apresentar um conjunto de características que se enquadram adequadamente no domínio em exame.

O TAC possui um servidor na Web composto de leilões interdependentes com tempo para término, ambiente on-line para testes, além de ter motivado pesquisadores de várias universidades e centros de pesquisa. Três edições do TAC foram realizadas nos anos de 2000, 2001 e 2002. As duas primeiras foram sediadas em Boston (TAC, 2003) e a última na Suécia (TAC-SICS, 2002). Houve participantes de várias partes do mundo. O TAC já é hoje um ambiente estável, com dados disponíveis para comparação e avaliação das estratégias desenvolvidas. Este foi um outro fator que motivou a utilização do TAC para testes.

Cada heurística desenvolvida foi testada e seus resultados comparados com edições anteriores do TAC. O sistema multi-agente apresentou um bom desempenho em cenários competitivos testados usando o servidor TAC. A agência foi submetida a competições com um clone do vencedor da segunda edição (Living, 2003) do TAC, ganhando 80% das rodadas de jogos.

A próxima seção mostra a organização dos capítulos desta dissertação.

1.3 Organização da Dissertação

A dissertação está organizada da seguinte forma.

No capítulo 2, introduzimos o ambiente escolhido para teste do sistema multi-agente desenvolvido. Neste capítulo, explicamos as regras da competição e apresentamos os agentes vencedores das três edições, como também seus resultados.

No capítulo 3, apresentamos os componentes existentes em leilões na Web. Esta seção traz o contexto de desenvolvimento deste trabalho, apresentando um breve resumo do estado da arte em técnicas de leilões eletrônicos. Ainda neste capítulo, apresentamos a arquitetura desenvolvida para a agência SIMPLES.

No capítulo 4, fazemos uma análise da oferta, enquanto que, no capítulo 5, é feita uma análise da demanda no domínio do TAC. Neste capítulo, estudamos as regras de negociação dos bens, a quantidade de produtos disponíveis, assim como o mercado de interesse nos bens.

No capítulo 6, detalhamos o sistema desenvolvido e a arquitetura do sistema multi-agente. Neste capítulo, também são apresentadas as tecnologias utilizadas para resolução do problema de leilões simultâneos de bens relacionados. Apresentamos cada um dos agentes e as suas responsabilidades.

Descrevemos no capítulo 7, os experimentos realizados com os resultados correspondentes para teste da agência. Mostramos cinco marcos no processo evolutivo do desenvolvimento do sistema multi-agente. Analisamos os resultados e fazemos comparações com os do TAC.

Por fim, no capítulo 8, concluímos o trabalho, resumindo o que foi desenvolvido, e indicando trabalhos futuros neste tema.