



Marcelo Albuquerque Fernandes Más

Um Estudo Sobre Leilões de Demanda Unitária

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Prof. Eduardo Sany Laber

Rio de Janeiro
Setembro de 2006



Marcelo Albuquerque Fernandes Más

Um Estudo Sobre Leilões de Demanda Unitária

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Eduardo Sany Laber

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Marcus Vinícius Soledade Poggi de Aragão

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Claudson Ferreira Bornstein

Universidade Federal do Rio de Janeiro — UFRJ

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de Setembro de 2006

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

Marcelo Albuquerque Fernandes Más

Graduou-se em Engenharia de Computação pela PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) em 2004. Tem interesse na pesquisa de algoritmos, especialmente nas áreas de Grafos e de Teoria de Jogos, tendo participado do GRACO 2005 (II Simpósio Brasileiro sobre Grafos, Algoritmos e Análise Combinatória) Atualmente trabalha na Microsoft como Engenheiro de Desenvolvimento de Software.

Ficha Catalográfica

Más, Marcelo Albuquerque Fernandes

Um estudo sobre leilões de demanda unitária / Marcelo Albuquerque Fernandes Más; orientador: Eduardo Sany Laber. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2006.

v., 82 f: il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Leilões Competitivos. 3. Leilões Reveladores. 4. Algoritmos Aleatorizados. I. Laber, Eduardo Sany. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa de estudos número 133564/2004-5 concedida entre Agosto/2004 e Julho/2005 e à FAPERJ pela bolsa de estudos número E-26/ 151.494/2005 concedida de Agosto/2005 a Julho/2006.

Resumo

Más, Marcelo Albuquerque Fernandes; Laber, Eduardo Sany. **Um Estudo Sobre Leilões de Demanda Unitária**. Rio de Janeiro, 2006. 82p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho se concentra no desenvolvimento de mecanismos de leilões reveladores aleatorizados que buscam maximizar simultaneamente a receita e a eficiência econômica, ou função social, de leilões de demanda unitária. Em um leilão de demanda unitária, um conjunto de k bens é leilado para um conjunto de n consumidores, com a restrição de que nenhum consumidor pode comprar mais de um bem. É apresentado um arcabouço para o desenvolvimento de mecanismos reveladores aleatorizados de complexidade polinomial derivados do mecanismo de Vickrey-Clarke-Groves, ou VCG. Ao invés de utilizar preços de reserva, estas variantes do VCG utilizam como parâmetro o número de bens que devem ser efetivamente vendidos. Os mecanismos se diferenciam entre si pela maneira como é feito o cálculo do número de bens que devem ser vendidos e permitem um balanço interessante entre receita e eficiência econômica, ao mesmo tempo que melhoram os resultados teóricos alcançados para o problema de Leilões de Demanda Unitária (09).

Palavras-chave

Leilões Competitivos; Leilões Reveladores; Algoritmos Aleatorizados

Abstract

Más, Marcelo Albuquerque Fernandes; Laber, Eduardo Sany. **A Study on Unit-Demand Auctions**. Rio de Janeiro, 2006. 82p.
MsC Thesis — Department of Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work focuses on the development of randomized truthful mechanisms that seek to maximize both the revenue and the economic efficiency, or social welfare, of unit-demand auctions. In a unit-demand auction a set of k items is auctioned to a set of n consumers and no consumer can purchase more than one item. A framework is presented for devising polynomial-time randomized truthful mechanisms that are based on a new variant of the Vickrey-Clarke-Groves (VCG) mechanism. Instead of using reserve prices, this variant of VCG uses the number of objects that we wish to sell as a parameter. The mechanisms obtained differ from each other in the way they select the number of items to be sold and allow an interesting trade-off between revenue and economic efficiency, while improving upon the state-of-the-art results for the Unit-Demand Auction problem (09).

Keywords

Competitive Auctions; Truthful Auctions; Randomized Algorithms

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Resultados Obtidos	14
1.2	Organização da Tese	15
2	Leilões	16
2.1	Leilões Unitários	18
2.1.1	Leilão Inglês	19
2.1.2	Mecanismo Ótimo de Rodada Única	20
2.1.3	Mecanismo Vickrey	21
2.2	Leilões de Múltiplos Bens	23
2.2.1	Leilões de Bens Digitais	23
2.2.2	Leilões Combinatórios Gerais	24
2.2.3	Leilões do FCC	25
2.3	Leilões de Demanda Unitária	26
2.3.1	Mecanismo Ótimo	26
2.3.2	Mecanismo VCG	27
2.3.3	Um Mecanismo com Garantia de Receita	31
3	Modelagem por Grafos para Leilões de Demanda Unitária	34
3.1	Redes de Fluxo Unitárias	37
3.1.1	Redes Residuais	40
3.1.2	Caminhos Aumentantes	41
3.1.3	Fluxo Máximo	41
3.1.4	Fluxo de Custo Mínimo	42
4	Novos Mecanismos para Leilões de Demanda Unitária	46
4.1	O Modelo	46
4.2	Resultados	47
4.3	Resultados Teóricos de Grafos	48
4.3.1	Emparelhamentos de Aproximação	49
4.4	Mecanismos Reveladores para Leilões de Demanda Unitária	51
4.4.1	Um Mecanismo Orientado à Receita	54
4.4.2	Favorecendo a Eficiência	57
5	Resultados Experimentais	61
5.1	Ambiente de Testes	61
5.2	Instâncias de Testes	61
5.2.1	Resumo das Instâncias Criadas	62
5.3	Emparelhamento Ótimo de Tamanho Fixo	64
5.3.1	Implementações Baseadas em Redes de Fluxo	64
5.3.2	Usando o Método Húngaro	64
5.3.3	Comparando os Algoritmos	66
5.4	Calculando o Mecanismo VCG	67
5.4.1	Modificação do Método Húngaro	67

5.4.2	Comparação	70
5.5	Calculando o Emparelhamento de Custo Máximo com Preço Único	71
5.5.1	Melhorias no Desempenho	72
5.6	Resultados dos Testes	74
5.6.1	Metodologia Utilizada	74
5.6.2	Resultados Utilizando as Versões Originais dos Mecanismos	75
5.6.3	Resultados Usando as Versões Modificadas dos Mecanismos	76
5.6.4	Leilões com Número Reduzido de Consumidores	77
6	Conclusões	79
	Referências Bibliográficas	81

Lista de figuras

2.1	Lances são valores públicos e avaliações são valores privados.	17
2.2	O lucro de um consumidor é igual a sua avaliação pelo bem que lhe foi alocado menos o preço pago pelo bem.	18
2.3	A arrecadação é igual à soma dos preços dos bens vendidos, enquanto a eficiência econômica é dada pela soma das avaliações de cada consumidor pelo conjunto de bens que lhe foi alocado.	19
2.4	Mecanismo Vickrey para o Exemplo 1	22
3.1	Utilizando grafos de fluxo para modelar um leilão	40
3.2	Caminhos mais curtos sucessivos	44
3.3	Eliminação de ciclos negativos	44
4.1	Estrutura de FMLDU	53
5.1	Método húngaro Modificado – Passo 1	68
5.2	Método húngaro Modificado – Passo 2	69
5.3	Método húngaro Modificado – Passo 3	69
5.4	Método húngaro Modificado – Passo 4	69
5.5	Emparelhamento ótimo de preço único	72

Lista de tabelas

5.1	Parâmetros das classes	63
5.2	Descrição das meta-instâncias	63
5.3	Tempo em ms para calcular emparelhamentos de custo máximo utilizando o método húngaro, o algoritmo de caminhos mais curtos sucessivos e o algoritmo de eliminação de ciclos negativos	67
5.4	Tempo em ms para calcular os preços do mecanismo VCG utilizando o método húngaro padrão e o modificado	70
5.5	Tempo em ms para calcular os preços do mecanismo VCG utilizando o método húngaro modificado e ambos algoritmos de redes de fluxo	71
5.6	Tempo em ms para calcular alocações ótimas de preço único utilizando a implementação padrão e a melhorada	74
5.7	Receita utilizando as versões originais dos nossos mecanismos	75
5.8	Eficiência utilizando as versões originais dos nossos mecanismos	76
5.9	Receita utilizando as versões modificadas dos nossos mecanismos	76
5.10	Eficiência utilizando as versões modificadas dos nossos mecanismos	77
5.11	Receita quando existe o mesmo número de bens e consumidores	78
5.12	Eficiência quando existe o mesmo número de bens e consumidores	78