

Leilões de Busca Patrocinada

por S. Lahaie, D.M. Pennock, A. Saberi e R.V. Vohra

Algorithmic Game Theory, N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, e V. Vazirani (eds.),
Capítulo 28, pp. 699-716, Cambridge University Press, 2007.

Susanna Figueiredo de Rezende

21 de junho de 2013

1 Introdução

Tradicionalmente, o espaço para anúncios publicitários é vendido através de preços estabelecidos ou negociações. Nos últimos anos, surgiu um novo modo de vender anúncios *online*. Sites de busca como Google e Yahoo! lucram leiloando espaço próximo aos resultados de busca.

Geralmente, anúncios que estão mais no topo ganham mais atenção dos usuários e, portanto, são preferidos pelos comerciantes.



SPONSOR RESULTS

- **Papillon Las Vegas Helicopter Travel**
www.papillon.com - Papillon Helicopters from Las Vegas and Grand Canyon.
- **Las Vegas Baymont**
www.baymontinns.com - Find great deals for Baymont Inn. Make your reservation online now.
- **Discount Las Vegas Vacation Package**
www.saharavegas.com - Las Vegas travel. Discount vacation packages for all budgets - rooms start at \$43.
- **MGM MIRAGE Las Vegas - Official Site**
www.mgmmirage.com - Book our hotels: Mandalay Bay, Monte Carlo, Luxor, Excalibur & more.

Las Vegas, NV Tourist Guide
More: Find a Las Vegas Business • Maps & Traffic • Weather
Yahoo! Shortcut - About

1. **Vegas.com**
Guide to entertainment, attractions, night life, hotels, and gambling in Las Vegas.
Category: Nevada > Las Vegas > Local Travel Guides
Saved by 415 people
www.vegas.com • 58k - Cached • More from this site - Save

(a) Search results

1. **Papillon Las Vegas Helicopter Travel**
Papillon Helicopters from Las Vegas and Grand Canyon. Offer Vegas night flights, shows, VIP services, free 2 for 1 offers.
www.papillon.com
(Advertiser's Max Bid: \$1.10)
2. **Las Vegas Baymont**
Find great deals for Baymont Inn. Make your reservation online.
www.baymontinns.com
(Advertiser's Max Bid: \$1.10)
3. **Discount Las Vegas Vacation Package**
Las Vegas travel. Discount vacation packages for all budgets
www.saharavegas.com
(Advertiser's Max Bid: \$1.09)
4. **Las Vegas Vacation Hotel Deal**
Official site - new Vegas Hilton. Rates starting at \$49.95. Book
www.lv Hilton.com
(Advertiser's Max Bid: \$1.05)

(b) Advertisers' bids

Figura 1: Fonte: *Algorithmic Game Theory*, Noam Nisan.

Como em um leilão, cada anunciante dá o seu lance. Quanto mais alto o lance, mais chances de seu anúncio aparecer acima dos demais anúncios. Por convenção, anunciantes geralmente pagam por *click* e não por exposição.

Overture Services, antigamente GoTo.com e agora pertencente ao Yahoo! foi o pioneiro em instituir propaganda como busca patrocinada.

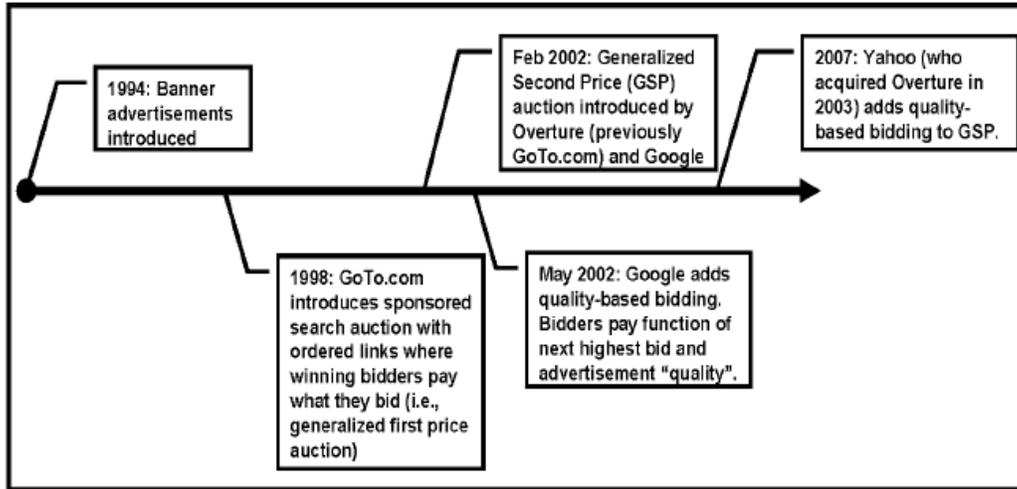


Figura 2: Fonte: *Sponsored search: an overview of the concept, history, and technology*, Bernard J. Jansen and Tracy Mullen

Busca patrocinada é uma das formas de anúncio que mais cresce, que é mais ágil e que traz mais lucro, gerando, em 2005, uma renda de \$ 7 bilhões (após um crescimento de mais de 100% nos 5 anos anteriores). E em 2012, a Google obteve um rendimento de \$ 43.6 bilhões com links patrocinados, o que representa 95% de sua renda total.

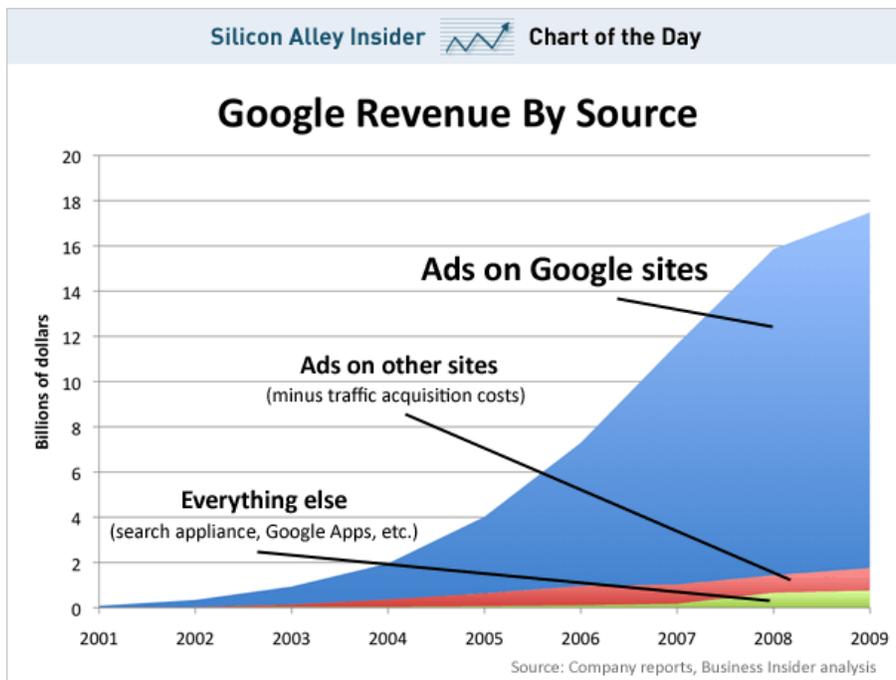


Figura 3: Fonte: <<http://www.businessinsider.com>> Acesso em jun/2013.

2 Modelos e Mecanismos

Nos mecanismos de busca patrocinada, os anunciantes (que são os jogadores) especificam uma lista de palavras chaves e apostas, assim como um orçamento diário ou semanal. Cada vez que um usuário faz uma busca, ocorre um leilão entre os anunciantes que ainda não esgotaram o seu orçamento. As regras do leilão são definidas de antemão pelo site de busca (leiloeiro).

Focando em um único leilão, seja n o número de anunciantes e seja m o número de posições para anúncios. Caso o número de posições seja maior que n , consideramos que $m = n$, pois não pode haver posições vazias. O site de busca faz uma estimativa de α_{ij} , a probabilidade de um usuário clicar na i -ésima posição quando esta estiver ocupada pelo anunciante j . O valor α_{ij} é denominado *click through rate* (CTR). A lista de posições representa a posição na página. Quanto mais perto do início da lista de posições está um anúncio, mais alto está na página. Por isso, presumimos que $\alpha_{ij} \geq \alpha_{i+1,j}$, ou seja, a probabilidade de um usuário clicar em um anúncio decresce (ou pelo menos não aumenta) na medida que o anúncio descende na lista de posições.

O site de busca atribui um peso w_j para cada anunciante j (representa relevância ou qualidade do anúncio). Se o anunciante j apostar b_j , a sua pontuação correspondente será $s_j = w_j b_j$. O site de busca aloca os anúncios de acordo com a pontuação ($s_j = w_j b_j$). O anunciante paga por *click*, não o valor da sua aposta, mas o valor da menor aposta necessária para manter a sua posição; um critério análogo ao do leilão de segundo preço. Nesse caso, se o anunciante j apostar $\frac{s_{j+1}}{w_j}$ (considerando que o anunciante $j + 1$ vem logo abaixo do anunciante j), sua pontuação será $s'_j = w_j \frac{s_{j+1}}{w_j} = s_{j+1}$. Ou seja, qualquer aposta acima de $\frac{s_{j+1}}{w_j}$ garante ao anunciante j ao menos sua posição atual, e qualquer aposta abaixo de $\frac{s_{j+1}}{w_j}$ fará com que caia de posição. Logo, o anunciante j deverá pagar $\frac{s_{j+1}}{w_j}$.

Esse mecanismo de apostas com pesos inclui os dois sistemas de leilão de busca patrocinada que já foram usados na prática: Overture introduziu o mecanismo “rank by bid” (ordenação por aposta), no qual $w_j = 1$; e o Google usa um mecanismo “rank by revenue” (ordenação por rendimento), no qual $w_j = \alpha_{ij}$. Ambas as variantes são chamadas de leilões de segundo preço generalizado, ou GSP (“generalized second price”). Antes de 2004, Yahoo! implementava um leilão que agora é conhecido como leilão de primeiro preço generalizado, ou GFP (“generalized first price”), e que também era um mecanismo de ordenação por aposta.

3 Um Modelo Estático

Para introduzir o modelo estático, consideramos as seguintes suposições:

- O leilão é estático (não é recorrente).
- A recompensa por *click* independe da posição do anúncio.
- A valoração e o CTR do anunciante independem da identidade dos demais anunciantes.
- Os CTRs são de conhecimento geral.
- Os anunciantes são neutros a risco.

O leiloeiro pode ter um dos dois objetivos: maximizar o lucro ou encontrar uma alocação mais eficiente. Definimos $x_{ij} = 1$ se j for alocado para a posição i e 0 caso contrário. No caso em que o leiloeiro quer maximizar o seu lucro, o problema pode ser definido como: encontrar um x viável que maximize $\sum_i p_i - c(x)$, onde $c(x)$ é o custo para o leiloeiro produzir x e p_i é valor pago pelo anunciante alocado à posição i . Esse problema foi visto no capítulo 13.

No caso em que o leiloeiro quer encontrar uma alocação mais eficiente (maximizar o bem estar social), o problema passa a ser encontrar x viável que maximize $\sum_i \sum_j \alpha_{ij} v_j x_{ij}$, onde v_j é a valoração do jogador j (lucro esperado proveniente de um *click* para o jogador) e α_{ij} é probabilidade de um usuário clicar na i -ésima posição quando esta estiver ocupada pelo anunciante j .

Ambos esses leilões não correspondem a leilões GFP nem GSP. Em particular, apostar sinceramente não é um equilíbrio em leilões GFP nem GSP. Apesar disso, o material promocional do Google diz que seus leilões são uma versão modificada do leilão de Vickrey para um único item (o que é verdade); e portanto a melhor estratégia é apostar sinceramente (o que não é verdade). Uma afirmação que faz lembrar o “Freshman binomial theorem”: $(a + b)^n = a^n + b^n$, que é verdade para $n = 1$, mas não para $n \geq 2$.

4 Aspectos Dinâmicos

O modelo estático apresentado acima é equivalente aos leilões de condomínio. Um modelo melhor para descrever o problema dos leilões de busca patrocinada seria um modelo de jogos repetidos com informações incompletas. Nesse contexto surgem dois fenômenos interessantes.

Um deles é a “rotação de apostas”, onde os jogadores alternam para ganhar o jogo. No caso do leilão de busca patrocinada, os anunciantes alternam para ocupar a primeira posição. Essa estratégia pode reduzir consideravelmente o lucro do site de busca.

Outra possibilidade que surge quando consideramos repetições são as “apostas vingativas”. Como o valor da aposta determina o pagamento de outro jogador e não o próprio, um jogador pode querer aumentar o valor de sua aposta, por exemplo, se o jogador da posição acima é um concorrente e lhe interessa fazê-lo pagar mais. Se o concorrente tiver um orçamento limitado, essa estratégia pode produzir resultados melhores para o jogador.

Propomos um novo modelo que leva em consideração as repetições do leilão, mas com algumas simplificações. No nosso modelo, site de busca recebe as apostas dos anunciantes e o seu orçamento para o dia (que não serão modificados ao longo do dia). Os usuários pesquisam por palavras chaves durante o dia e o site de busca deve determinar que anúncios aparecerão no espaço reservado. Consideramos que os anunciantes pagam a sua aposta e, por simplicidade, assumimos que cada página tem apenas espaço para um anúncio (é possível generalizar para o caso em que há mais de um espaço para anúncio). O objetivo é maximizar o lucro do site de busca, respeitando o orçamento de cada anunciante.

5 Desafios

Existe muito espaço para melhoras nos modelos e nos algoritmos. Por exemplo, existe um debate sobre o papel que desempenha os orçamentos no jogo: não parecem ser algo “real” pois são constantemente ajustados e podem ser “expandidos” ao diminuir o valor da aposta. Um orçamento limitado pode ser um modo de expressar outros desejos dos anunciantes como limitar o número

de exposições ou espalhá-las ao longo do tempo. Pode-se pensar em projetar modelos mais ricos, em que o anunciante possa expressar os seus verdadeiros desejos (preferência por certas regiões, perfil de usuários, etc). Mas também é necessário levar em consideração o custo computacional de introduzir maior expressividade no modelo.

Outro desafio para o site de busca é detectar e ignorar *clicks* robóticos, de spam, de um outro anunciante que quer prejudicar o concorrente ou de um site que lucra com os *clicks*. Por isso faz sentido pensar em outras regras de pagamento. Uma opção seria “pagamento por ação”: o anunciante paga somente se o *click* levou a uma compra. Essa forma de pagamento traz consigo novos desafios relacionados com rastreamento de compras.

Nos modelos apresentados assumimos que o site de busca tem monopólio sobre os links patrocinados. Esse até seria um modelo apropriado se o custo para mudar o valor das apostas fosse alto, mas isso não ocorre. Tampouco se infringe custo ao usuário por mudar de site de busca. Logo, existe uma pressão para os sites de busca manterem os anunciantes: em vez de focar apenas em maximizar o lucro, procuram atrair e manter os anunciantes. Também devem equilibrar o lucro a curto prazo com manter os usuários a longo prazo. Outro problema interessante seria o de estudar as propriedades da competição entre leiloeiros.

Além disso, assumimos que os CTR's são dados, mas na realidade são estimados ao longo do tempo. Dependem de diversos fatores: identidade do anunciante; identidade e conteúdo do anúncio; características do usuário, incluindo localização, histórico; e contexto da página, incluindo outros anúncios e os resultados algorítmicos. O que representa o CTR calculado pode levar a atitudes diferentes do leiloeiro. O site de busca pode, por exemplo, explorar anúncios com CTR alto, ou pode explorar algum anúncio novo, que atualmente tem CTR calculado mais baixo, para eventualmente descobrir CTR's mais altos. Ademais, a estimativa do CTR feita pelo leiloeiro pode diferir da estimativa feita pelo anunciante. Outra coisa que complica o modelo e que não levamos em consideração é o sistema de afiliação de anúncios. Outro problema muito estudado é: dados os mecanismos dos diferentes sites de busca, qual a melhor estratégia para o anunciante?