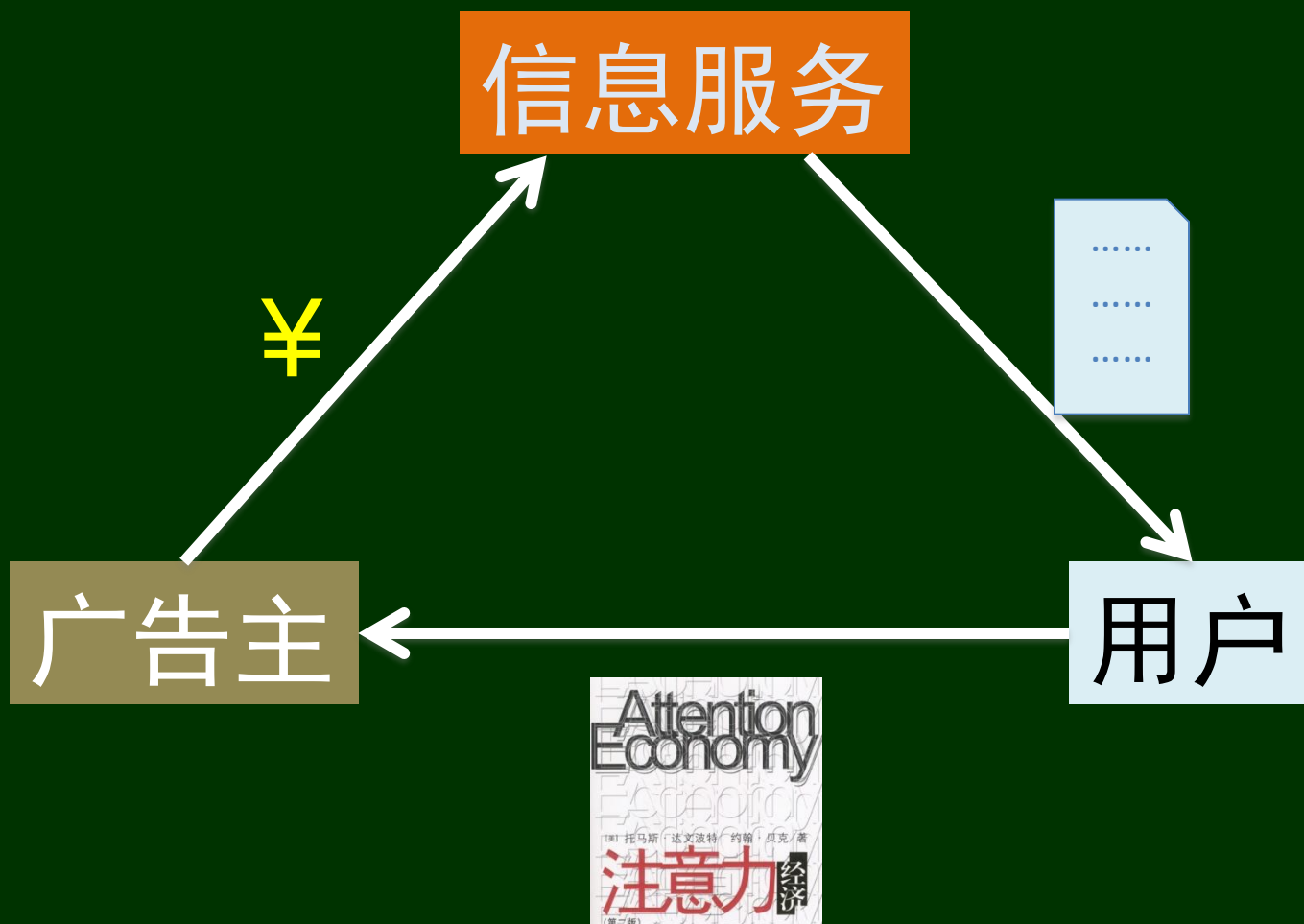


# 搜索引擎中的广告市场

现代搜索引擎两方面核心技术之二

(第15章)



# 网络门户广告（曝光，点击，价格）

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

新浪首页

http://www.sina.com.cn/

Most Visited - Getting Started Latest Headlines

互联网中的广告市场 - Google ... 新浪首页 谷歌今年在美国网络广告市场份额...

Firefox prevented this site from opening a pop-up window. Preferences



妙男养生



远红O家  
划时代  
远红外技术  
健康产品  
超低折扣供货  
超多分销渠道  
招城市独家  
代理商!



环球北美考试院  
ETS名师托福



贺岁电影季强势来袭

博客

请输入查询词 全文 搜索

雨后天润的秋菊

- 贵州博友：凌晨贞丰地震来袭(图)
- 袁岳：不能神化乔布斯做的一切
- 实拍：嘉陵江深秋罕见大洪水(图)
- 石述思：灰霾的都市空气咋变成了优良

- 我国赴南苏丹首支维和警队重庆出征 天山天池第一场雪
- 乔丹反对与球员五五分成是被人利用？ 房产税终结限购
- 房价下降群众才能看到调控成效 在德国买活鱼历险记
- 房价一降从此上海无剩女 职业应该是一种“心灵大业”
- 中国互联网何时才能风平浪静？ 行走在秋天的首尔(图)
- 51岁齐秦27岁娇妻自拍照 章子怡发布会露点走光意欲何为
- 房产商促销“二奶房”为哪般 上海20名女中学生集体援交
- 越幸福的男人越容易出轨 男人怎样才能勾到漂亮女人？

财经 股票 基金 股票 代码/名称/拼音 查询

三全水饺细菌超标

- 北京二手房价下跌 上海负资产问题浮现
- 贝卢斯科尼G20峰会两次打盹被人推醒
- 浙商银行信贷员失踪 内部风控遭质疑
- 人民日报：调控不

· 民营油企称两巨头垄断致无油可炼

· 股票 午评：金融地产表现乏力 沪指

· 郭树清时代A股十大猜想 如何力挽狂

· 创业板两周年 十怪象凸显畸形 四大

· 陕西运煤通道货车90公里开3天

· 温州乐清楼盘促销 买房送宝马

· 财经专栏 人民币贬值压力积累 国

· 许小年：楼市限购限贷无

缤纷下载 手机 图片 铃声 主题 游戏

买手机送话费

- 设计属于你的签名
- 你的姓名被侵权

乐库 新唱片 排行榜

沙宝亮北京个唱



CAMAY  
来一起  
选好友 传「香」连  
赢施华洛世奇魅力手链  
及85折屈臣氏优惠  
开始「香」传

Done

Normal View

Slide 3 of 23

# 搜索引擎广告（查询词，广告位，点击，价格）

+You Search Images Maps Play YouTube News Gmail Drive Calendar More

Google

洗发水



lxm.at.pku@gmail.com

Web

Images

Maps

Shopping

News

M

链接、物料、  
目的网页

About 17,500,000 results (0.37 seconds)

[洗发水品牌排名\\_品牌世家洗发水栏目](#)

[brand.ppsj.com.cn/index34.html](#) - Cached - Translate this page

洗发水品牌,洗发水品牌排行榜,洗发水有哪些牌子? 洗发水哪个牌子好? 洗发水 什么牌子好? 洗发水有哪些品牌? 洗发水品牌大全,洗发水品牌排名\_品牌世家洗发水 ...

手表 - 服装 - 眼镜 - 沐浴露

[洗发水\\_百度百科](#)

[baike.baidu.com/view/82188.htm](#) - Cached - Translate this page

洗发水是一种气味好、去头屑功能、焗油功能、染发功能、防止脱发、柔顺营养、防止分岔、某种发质专用制品、天然功能、多效合一、洗护分开、洗护、含果酸、去痒、 ...

品牌篇 - 洗发水基本知识 - 头发修复篇 - 选购篇

[【洗发产品】好用洗发产品大全\\_太平洋女性网化妆品点评库](#)

[cosme.pclady.com.cn](#) > 美发 - Cached - Translate this page

水之密语系列中的核心产品高端洗发露。令干涩的头发滋润柔顺易梳理。含有持久型倍润保湿成份（正离子化低聚糖）.....详细>> 网友点评：很滋润，清洁都也很好。

[护发常识\\_39健康美容\\_39健康网](#)

[face.39.net](#) > 美容 > 美发 - Cached - Translate this page

护发素接触头皮易引发脱发2012-11-20 0:40:08; 洗发水泡沫多与清洁力无关2012- 11-20 0:04:05; 秋冬发质保养如何拥有顺滑发质2012-11-19 0:01:38; 受损发质 ...

[水之密语洗发水-39化妆品库-39健康网](#)

Ads ⓘ

[洗发水 淘宝热卖](#)

[www.taobao.com/](#)

8亿优质特价商品，等你来抢！

洗发水，5折封顶全场包邮

[洗发乳选欧莱雅 精油润养](#)

[www.lorealparis.com.cn/](#)

精油润养3X系列,摩洛哥精油成分,3重滋养秀发,莹润光泽,立即参与,享秀发蜕变

[洗发水 淘宝特卖](#)

[store.taobao.com/](#)

人气好评店铺+精选畅销单品！淘你满意  
淘宝特卖购物宝典，低价抢购，闪电发货

[阿里巴巴洗发水批发中心](#)

[china.alibaba.com/](#)

淘宝上游热卖货源 应有尽有  
厂商直供 物美价优 超值洗发水推荐

See your ad here »

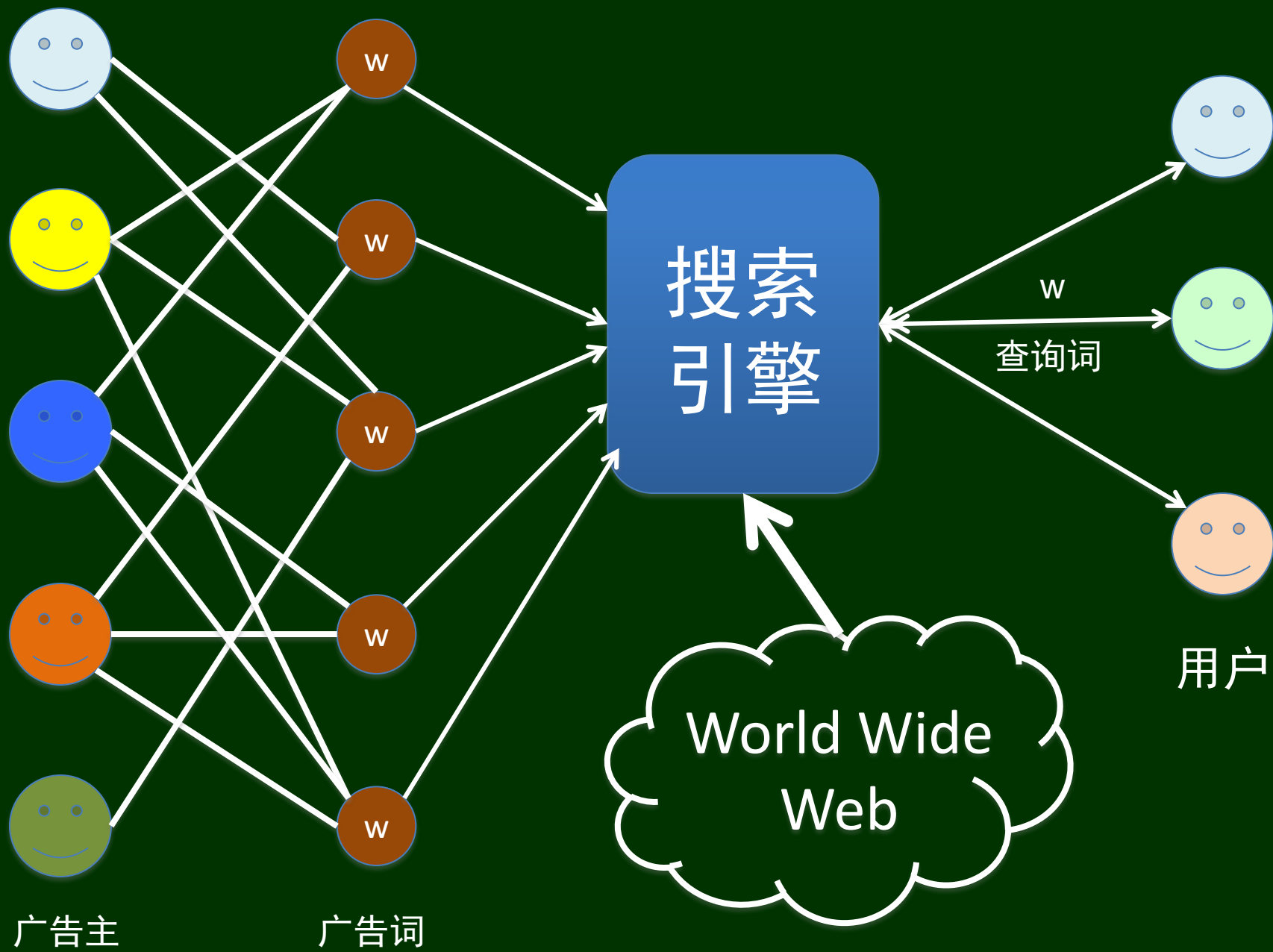


# TOP 20

## Keyword Categories

Percentages correspond to the number of keywords in the top 10,000 keywords that belong to that category





# 互联网广告

- 互联网公司（门户、搜索引擎）等——靠出售网页上的**广告位**生存
- 广告主——对每一次来到自己电子商务网站的**点击**给自己带来平均收入有个**估值**

互联网公司给出每个广告位的“点击率”（例如每小时几次），供广告主估计**广告位的价值 = 点击率 \* 点击估值**，即单位时间里可能带来的平均收入。

**基本问题：如何给广告位定价？**

# 与搜索行为关联的广告业

- 搜索产业已经发展起来一系列出售关键词广告的方式，其中有两种特别值得了解。
- （1）按每次点击收费
- 点击价格（cost-per-click）模型
- 它指的是你的广告在用户查询结果中显现，该广告包含一个指向贵公司网站的链接，只有当用户点击该链接时，搜索引擎公司才收取你的广告费用。
- （2）通过竞拍制定广告费
- 搜索引擎会采用一种竞拍的方式，由广告商投标来决定广告价格。



# 点击率和点击收入

- 对点击率的一些假设：
  - 1、假设广告商清楚广告的点击率。
  - 2、假设点击率只与广告位有关，与广告本身无关。
  - 3、假设一个广告位获得的点击率与其他广告位的广告没有关系。

# 点击率和点击收入

- 点击收入（revenue per click）
- 从广告商（商家）角度，每个广告商有一个点击收入，是广告商预计从每次点击并浏览其网站的用户获得的收入。
- 对点击收入的假设：
  - 1、广告商对这个值心中有数。
  - 2、不依赖于网页上显示的广告本身的内容。
  - 3、如果广告商选中了某个广告位，对每个相关的查询都在这个广告位上显示这则广告。

# 点击收费模式

点击率	广告位	广告主	点击估值	广告位估值		
5			15	75	45	15
3			8	40	24	8
1			5	25	15	5

- 不同的广告位**点击率不同**，于是本质上价值是不同的
- 不同的广告主的**点击估值**不同，意味着对同一个广告位的估值不同

这就是一个匹配市场，如果我们知道广告主的估值，就可以给出广告位的社会最优价格（市场清仓价格）。

# 匹配市场及其基本成分

- 匹配市场的参与者包括一组买方和一组卖方。
- 每个买方  $j$  对于每个卖方  $i$  提供的商品有一个估价。这个估价的大小取决于买方和卖方本身的一些特性，用  $v_{ij}$  表示。
- 目标是让买方和卖方匹配，使得没有一个买方购买两种不同的商品，同一种商品也只能卖给一个买方。

点击率	广告位	广告主	点击估值	广告位估值		
5			15	75	45	15
3			8	40	24	8
1			5	25	15	5

- 为广告位定价还是为点击定价？对广告主有直接意义的是点击，因为他对点击有估值。
  - 注意到，广告位价值 = 点击率 \* 点击价值，可见它们的“等价性”
- 即，互联网公司可先算出每个广告位的价格，通过点击率转换成点击价格，向广告主收取。



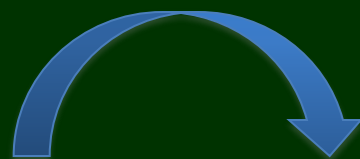
# 几个基本概念

- 广告位：结果页面上可供安排广告的空间
- 点击率：广告位平均每小时的点击次数
- 广告主点击收入：从每个点击得到的平均预期收入（估值）
- 广告主对广告位的（单位时间）估值：点击率 \* 点击收入
- 广告主的回报：预期收入减去支付的价格
  - 对广告位的估值 – 支付的价格，点击估值 – 点击价格

# 广告位的市场清仓价格

点击率      广告位      广告主      点击收入

10	(a)	(x)	3
5	(b)	(y)	2
2	(c)	(z)	1



广告位      广告主      估值

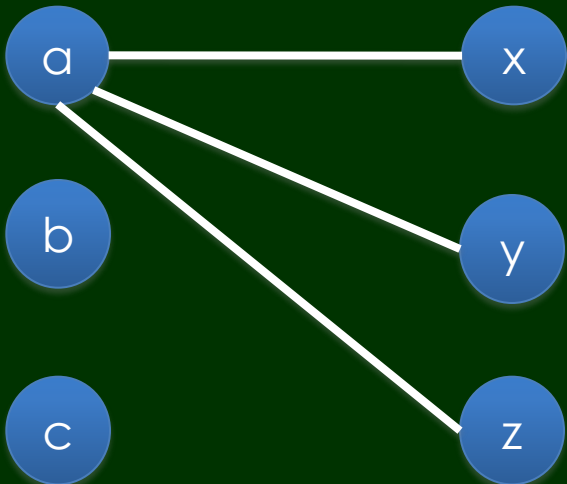
(a)	(x)	30, 15, 6
(b)	(y)	20, 10, 4
(c)	(z)	10, 5, 2

# 市场清仓价格的基本要素

- 每个卖方  $i$  对其商品（广告位）宣布一个价格  $P_i$ 。
- 每个买方  $j$  估算其选择特定的卖方  $i$  所获得的回报=其对商品的估价-商品的价格（ $V_{ij}-P_i$ ）。
- 每个买方连接到能获得最高回报的卖方，便构成了首选卖方图。
- 如果图中包含一个完美匹配，那么相应的价格为清仓价格，此时每个商品分配给不同的买方，每个买方从所得的商品中获得最高的回报。

# 构造广告位的市场清仓价格

价格	广告位	广告主	估值
0	a	x	30, 15, 6
0	b	y	20, 10, 4
0	c	z	10, 5, 2

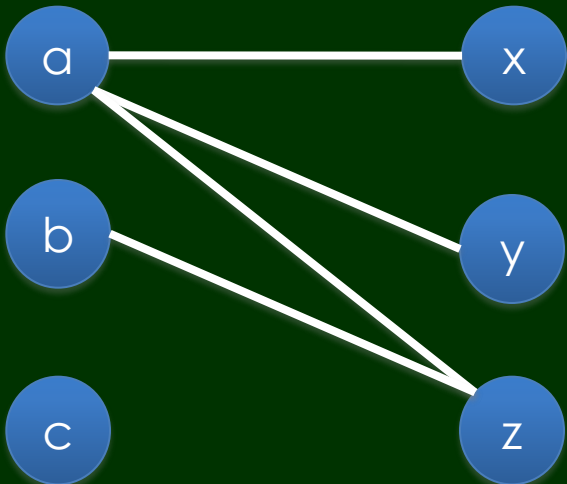


```
graph LR; a((a)) --- x((x)); a --- y((y)); a --- z((z)); b((b)); c((c));
```

按照匹配市场运行机制，价格从0开始，依供需关系调整（提高），直到形成完美匹配

# 构造广告位的市场清仓价格

价格	广告位	广告主	估值
5	a	x	30, 15, 6
0	b	y	20, 10, 4
0	c	z	10, 5, 2



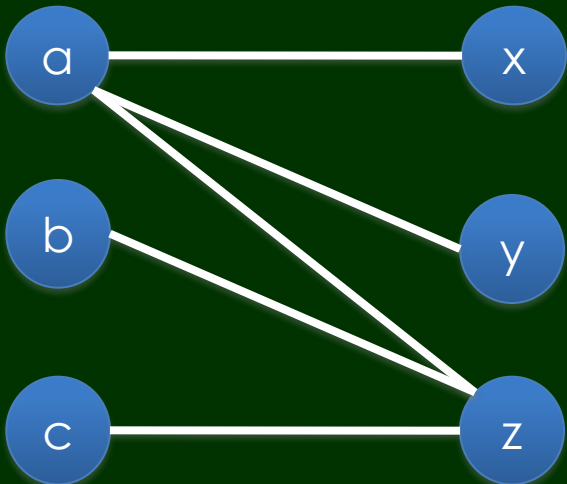
```
graph LR; a((a)) --- x((x)); a --- z((z)); b((b)) --- z; c((c)) --- z; b --- y((y)); c --- y
```

此时，z开始有两个偏好卖家



# 构造广告位的市场清仓价格

价格	广告位	广告主	估值
8	a	x	30, 15, 6
3	b	y	20, 10, 4
0	c	z	10, 5, 2



```
graph LR; a((a)) --- x((x)); a --- y((y)); a --- z((z)); b((b)) --- z; c((c)) --- z;
```

现在， $x$ ， $y$ 是受限组， $a$ 是其邻居，进一步加价直到13

# 形成了市场清仓价格

10	a	x	3
5	b	y	2
2	c	z	1

点击价格/ 点击率	价格	广告位	广告主	估值	点击估值
13/10	13	a	x	30, 15, 6	3
3/5	3	b	y	20, 10, 4	2
0/2	0	c	z	10, 5, 2	1

注意这个匹配的特殊形式。可以证明，在由点击率和点击价值确定的估值矩阵情形，按照点击价值的高低配置对应的广告位达到社会最优。也就是说，这个完美匹配的对应形式不是偶然的。

- 上述匹配过程能进行下去的前提是知道广告主对每个广告位的估值，且只考虑广告位因素对估值的影响

但在现实中这不可能，怎么办？

（广告主不愿意讲，他们的商业机密）

**拍卖：让他们自己说愿意出多少钱**

# 用哪种拍卖形式？

- 最“原始的”：竞价排名（出价高，位置好）
  - 相当于首价拍卖，有许多弊病
- 应该鼓励广告主“真实报价”——一次价拍卖
  - 我们从第9章已知，在单品拍卖中，次价拍卖是鼓励参拍者真实报价的
- 但现在面对的是“多个物品”要与相同数量的买主同时匹配的问题，如果采用次价拍卖方式，应该是个什么规则？

**GSP:** 单品次价拍卖机制的一种“自然”推广

# GSP: Generalized Second-Price Auction (广义次价拍卖)

- 设
  - $n$ 个广告位，按点击率 $r_1, r_2, \dots, r_n$ ，递减排列
  - $n$ 个广告主，对每个点击有不同的出价，递减排列， $b_1, b_2, \dots, b_n$
- 沿着“次价拍卖”的自然思路
  - 将 $r_1$ 分给第一个广告主，按 $b_2$ 收取点击费
  - 将 $r_2$ 分给第二个广告主，按 $b_3$ 收取点击费
  - ...
  - 将 $r_n$ 分给第 $n$ 个广告主，收取某个门槛点击价格（可以是0）



# 体会GSP

**GSP**相当于是说；如果你的出价最高，则意味着你最看重这类商品的价值，于是你应该得到价值最高的商品，而且我们让你用次高的报价得到它！（其他类推）

- 参与竞拍的广告主会怎么看这件事？

是的，我的确很看重你的商品，但我不一定要那最高档的，要个中档的，价格低一些，对我也许会更值（估值—价格）。

# 广告主在GSP规则下的“心态”

- 前面说了每个广告主给出了报价
  - $b_1 > b_2 > \dots > b_n$
- 其实每广告主心里对点击有一个估值
  - $v_1, v_2, \dots, v_n$ , (注, 它们不一定有递减顺序)
- 问
  - 这种规则鼓励“说实话”吗?
  - 广告主有没有可能通过故意让他的 $b$ 和 $v$ 不一致而获得更多的好处?
    - 能买到广告位, 且“估值-价格”比较大

# 我们已经证明了

在单品次价拍卖中，竞拍者没有动机让 $v$ 和 $b$ 不一样。

- 现在拿出来拍卖的物品多于一个了（同类但不同质），会有什么实质性的变化？

若A的价值比B高，但A的价格也比B高，一个人也许会选择买B，觉得“更加值”

即有， $V_A > V_B$ ,  $P_A > P_B$ ；但， $V_B - P_B > V_A - P_A$

# 例子

点击率	广告位	广告主	点击估值
10	A	X	7
4	B	Y	6
0	C	Z	1

在GSP规则下，愿意给什么报价？

如果按照估值报价，x将以价格6支付在广告位A上发生的点击，预期回报就是 $7*10-6*10=10$ ；  
若x报价5，得广告位B，回报会如何？ $7*4-1*4=24$

# 于是，我们体会到

- 在多个商品同时拍卖的情形，如此推广的一种次价拍卖规则（GSP）没有单品次价拍卖（鼓励真实报价）的优良性质
- 有没有办法从不同的角度推广单品次价拍卖，使之保持其优良性质？
- 回答这个问题需要两个要素
  - 谁该得哪一件商品？ 分别支付什么价格？



# 对单品次价拍卖支付价格的一种理解

- 单品次价拍卖规则：
  - 设 $n$ 个参与人，出价按照降序排列， $v_1, v_2, \dots, v_n$
  - 出价 $v_1$ 者中标，支付价格 $v_2$ ，其他人没交易
- 支付价 $v_2$ 的一种含义：补偿给由于中标者的出现给其他人（集体）带来的价值损失

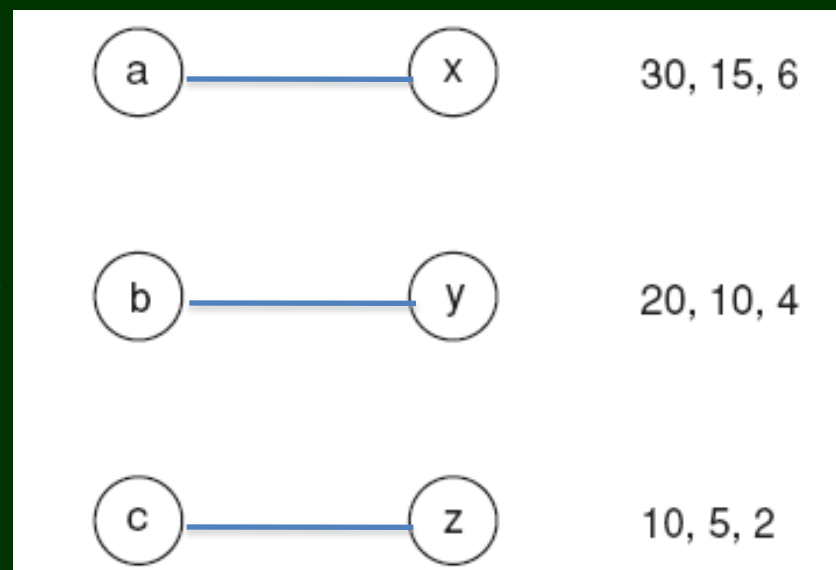
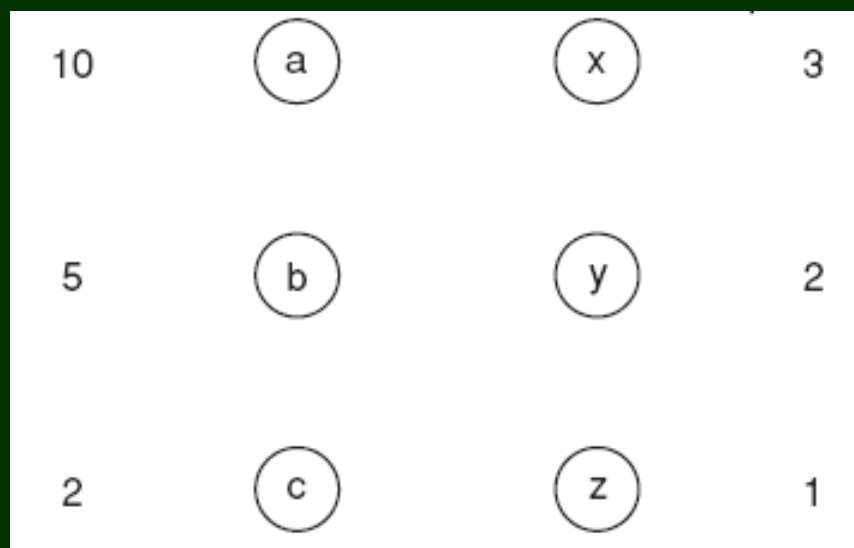
如果没有第一个人的出现，其他人会得到什么？——得到一件价值为 $v_2$ 的物品

# VCG价格=两个价值总和的差

- 让每个人支付的价格等于他的出现对其他人造成的价值损失总和。具体来说：
  1. 按照出价高低，将广告位（按点击率递减顺序）分给广告主。
  2. 对于广告主  $x$ ，他的支付价格如下确定
    - 设，在该匹配中，其他人的出价总和为  $\Sigma_1$
    - 从广告主集合中去掉  $x$ ，其他人按照出价形成新的最优匹配（对应一个新的出价总和  $\Sigma_2$ ）
    - $\Sigma_2 - \Sigma_1$  就是  $x$  要支付的价格（VCG价格）

# VCG价格计算例子

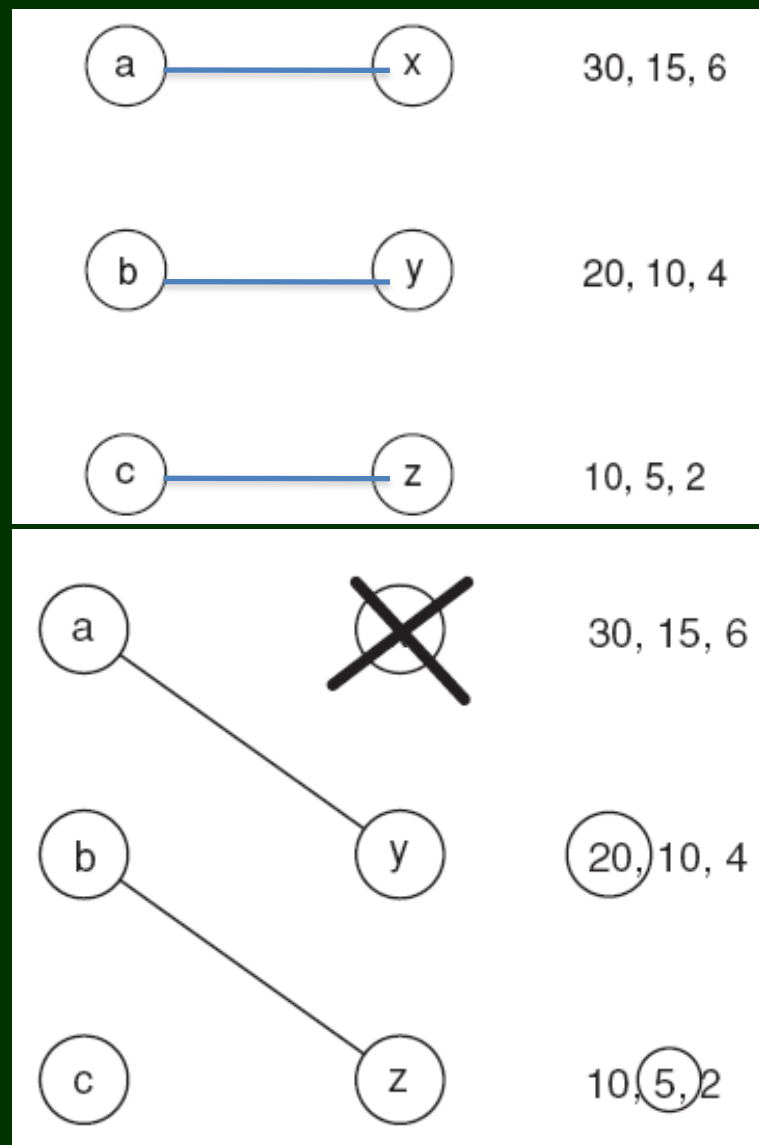
- 设有三个广告位，点击率分别为10、5、2
- 三个竞拍人，出价（每点击）分别为3、2、1
- 如何分配广告位？各自需要支付什么价格？



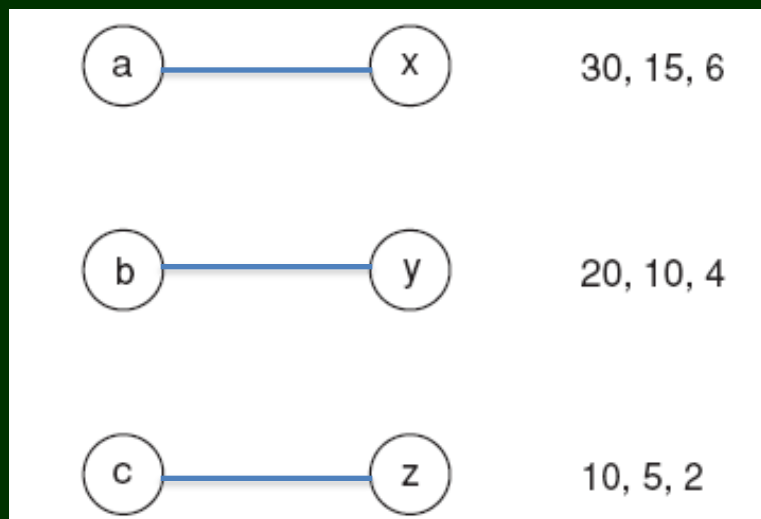
最优分配, 总出价=30+10+2=42

# 计算x应支付的VCG价格（广告位）

- 由于x出现并获得a，y只能得到b，z只得到c，y和z的出价之和= $10+2=12$
- 如果x不出现，y将获得a，z将获得b，y和z的出价之和= $20+5=25$
- 于是，因x的出现，对y和z造成的价值损失总和= $25-12=13$ ，这就是x应该支付的价格



# 计算y和z的VCG价格

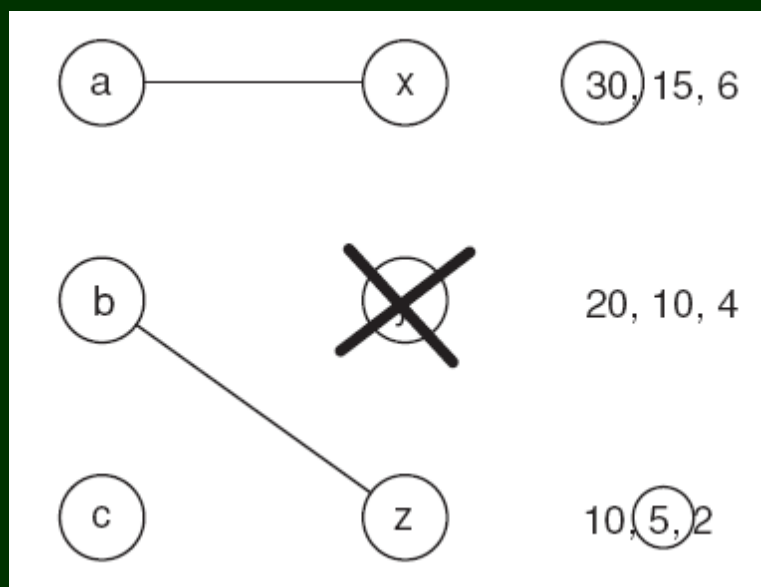


- y出现时获得b, x获得a, z获得c, x和z的出价之和  $= 30 + 2 = 32$
- 如果y不出现, x仍获得a, z将获得b, x和z的出价之和  $= 30 + 5 = 35$
- 因y的出现, 对x和z造成的价值损失  $= 35 - 32 = 3$ , 即y应该支付的价格
- z的出现与否不影响他人获得的价值, 因此他应该支付的价格为0

13

3

0



# 广告拍卖价格计算例（课堂练习）

- 假如一个搜索引擎有两个广告位可以出售。广告位a的点击率为10，b的点击率为5。有三个广告主有兴趣购买这两个广告位。广告主x对每点击的出价为3，广告主y对每点击的出价为2，广告主z的每点击出价为1。分别计算社会最优分配方案和VCG价格（点击价格），对你的答案给出简要的解释。

# VCG定价机制的执行

- 设
  - $n$ 个广告位，按点击率 $r_1, r_2, \dots, r_n$ 递减排列
  - $n$ 个广告主，报告自己对每个点击的出价（**不一定等于自己的估值**），递减排列， $b_1, b_2, \dots, b_n$
- 基于出价，形成最优完美匹配，即
  - 将 $r_1$ 分给第一个广告主，将 $r_2$ 分给第二个广告主， $\dots$ ，将 $r_n$ 分给第 $n$ 个广告主
- 获得广告位 $i$ 的广告主 $j$ 支付由 $p_{ij}$ 定义的价格（即VCG价格）

# VCG价格机制的优良特性

证明?

- 鼓励“讲真话”：按照真实估值出价是每个竞拍者的占优策略
  - 即没有理由故意让出价偏离估值（无论别人如何出价）
  - 换言之，大家都按照估值报价是一个纳什均衡
- 社会最优：买方估值总和最大
  - 按照机制执行的定义，当大家都“讲真话”时，所得到的广告位分配就是估值总和最大的



# VCG价格的一般表示

- 令S为卖方（广告位）集合，B为买方集合

$V_B^S$  表示在**所有可能的**买卖双方匹配中对应的**最大估值**（出价）**总和**

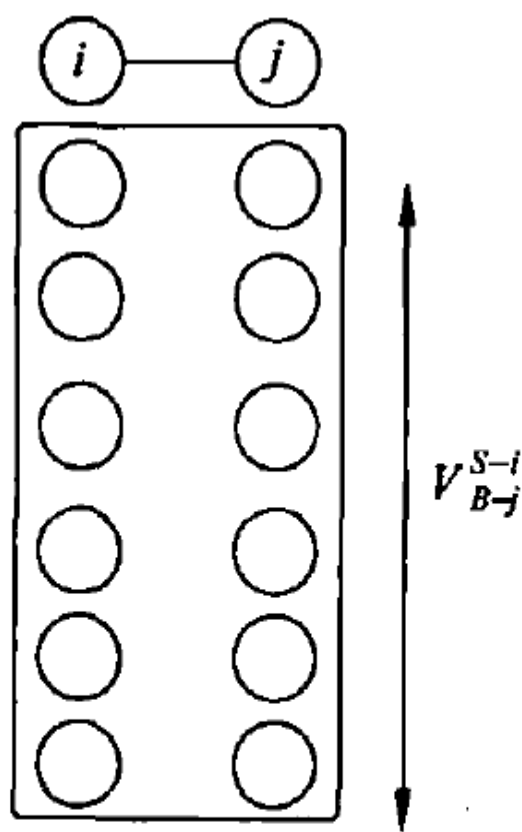
- 若i为某个卖方，j为某个买方，则S-i和B-j表示相应的少一个元素的集合。从而

$V_{B-j}^S$      $V_{B-j}^{S-i}$     前者买方j不出现, 其它所有买方能得到的最高估值, 后者为不考虑商品i和买方j的情况下, 其它买方的总估值, 或者说, i已经分配给了j.

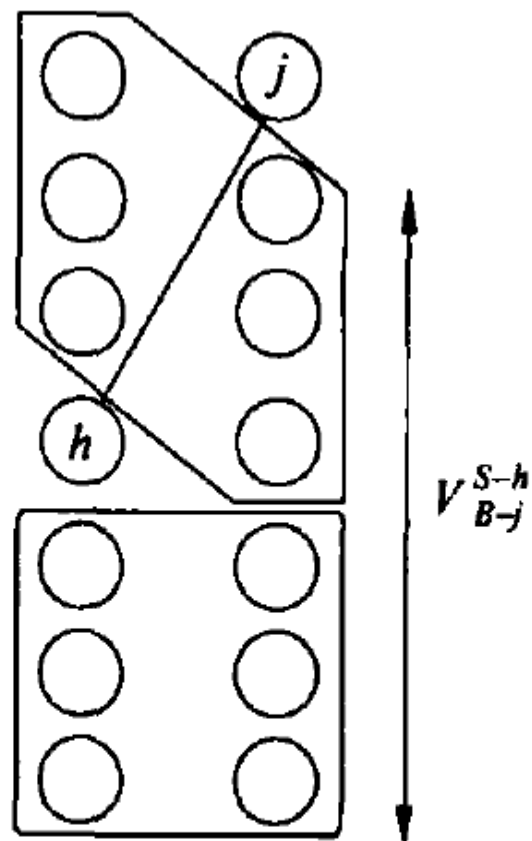
- 用 $p_{ij}$ 表示买方j 得到商品 i 应付的VCG价格, 有

$$p_{ij} = V_{B-j}^S - V_{B-j}^{S-i}$$

我们要说, 如果j采用真实报价且按此支付, 则他没有理由改变(解释)



(a)  $v_{ij} + V_{B-j}^{S-i}$  是任何匹配  
中最高估值总和



(b)  $v_{hj} + V_{B-j}^{S-h}$  是将  $h$  分配给  $j$  后所有  
匹配中最高估值总和

图 15.5 证明 VCG 机制鼓励真实估价的核心实质上是比较两种匹配的估值

# 一个广告主调整报价的原因

- 可以获得一个不同的广告位，从而获得较大的“差价”（回报）

- 设广告主  $j$  真实报价获得广告位  $i$ ，他得到的回报是

$$v_{ij} - p_{ij}$$

- 现设他通过改变报价，被匹配到不同的广告位  $h$ ，得到的回报是

$$v_{hj} - p_{hj}$$

是否有？

$$v_{ij} - p_{ij} \stackrel{?}{>} v_{hj} - p_{hj}$$

$$v_{ij} - p_{ij} \quad \text{vs} \quad v_{hj} - p_{hj} \quad ? \quad ? \quad ?$$

• 因为  $p_{ij} = V_{B-j}^S - V_{B-j}^{S-i}$  有:

$$v_{ij} - p_{ij} = v_{ij} - (V_{B-j}^S - V_{B-j}^{S-i})$$

$$v_{hj} - p_{hj} = v_{hj} - (V_{B-j}^S - V_{B-j}^{S-h})$$

也就是要证:

$$v_{ij} + V_{B-j}^{S-i} \quad \text{vs} \quad v_{hj} + V_{B-j}^{S-h}$$

$$v_{ij} + V_{B-j}^{S-i} \geq v_{hj} + V_{B-j}^{S-h} \quad ? \quad ? \quad ?$$

- 注意 $v_{ij}$ 是整体最优匹配的一部分，即，左边

$$v_{ij} + V_{B-j}^{S-i} = V_B^S$$

- 但  $V_{B-j}^{S-h}$  是在 $v_{hj}$ 固定之后的最大估值之和
- 也就是，右边

$$v_{hj} + V_{B-j}^{S-h} \leq V_B^S$$

得证

# 下面这个认识有助于理解最后的断言

- 给定一个  $n \times n$  矩阵，设我们从中选出了  $n$  个和最大的不同行不同列元素（记作  $\Sigma_1$ ）。且令  $a_{ij}$  是其中在第  $i$  行选出的元素。
- 若在第  $i$  行先固定任一  $h \neq j$  元素  $a_{ih}$ ，再考虑与其他不同行不同列元素之最大和（记作  $\Sigma_2$ ）
- 必有：  $\Sigma_1 \geq \Sigma_2$

$a_{11}$	$a_{12}$	$\dots$	$a_{1n}$
$a_{21}$	$a_{22}$	$\dots$	$a_{2n}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$a_{i1}$	$\dots$	$a_{ij}$	$\dots$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$a_{n1}$	$a_{n2}$	$\dots$	$a_{nn}$

# 例子

- 不同行不同列元素之最大和： $\Sigma_1 = 8 + 4 + 4 + 8 = 24$
- 如果我们固定第4行的第1列元素6，再看与其他行的不同列元素之最大和： $\Sigma_2 = 6 + 4 + 4 + 9 = 23$

无条件最优  $\geq$  受限最优

é	8	3	5	9	ù
ê	1	2	4	4	ú
ê	7	4	5	8	ú
ê	6	4	3	1	ú

如果我们固定第3行的第1列元素7，再看与其他行的不同列元素之最大和： $\Sigma_2 = 7 + 4 + 4 + 9 = 24$

# 广告质量

- 在前面的分析中，我们假设广告位的点击率与广告本身的内容无关，但事实并非如此。
- 广告质量会影响用户是否点击相应的广告。
- 如果低质量的广告以高的出价占据高广告位，由于用户没有兴趣点击，使得搜索引擎无法获得收入。
- Yahoo在采用纯粹GSP模型时，就遭受过严重损失—占据高广告位，却没有给搜索引擎带来收入。



# 广告质量

- 谷歌公司解决广告质量问题的方法：
  - 每个广告商  $j$  提交的广告，以质量参数  $q_j$  对其进行估价。
  - 如果广告商  $j$  获得广告位  $i$ ，那么该广告的点击率不是固定的  $r_i$ ，而是  $q_j r_i$ 。
  - 这样广告商  $j$  对广告位  $i$  的估价，从  $v_{ij} = r_i v_j$  变成  $v_{ij} = q_j r_i v_j$ 。
  - 采用类似GSP机制，谷歌以广告商出价和质量因子的乘积  $q_j b_j$  的递减顺序分配广告位。

# 深度学习材料：VCG价格和市场 清仓性质

# 小结

- 广告位的拍卖，是搜索引擎收入的主要来源。广告位的定价机制是一个热点问题。
- VCG是理论上最漂亮的广告位定价机制
  - 社会最优
  - 鼓励真实报价（占优策略，均衡）
- GSP（及其变形）是实际中用得较多的广告位定价机制
  - 广告主容易懂
  - 真实报价不一定是均衡，可能有多个均衡，...，性质比较复杂