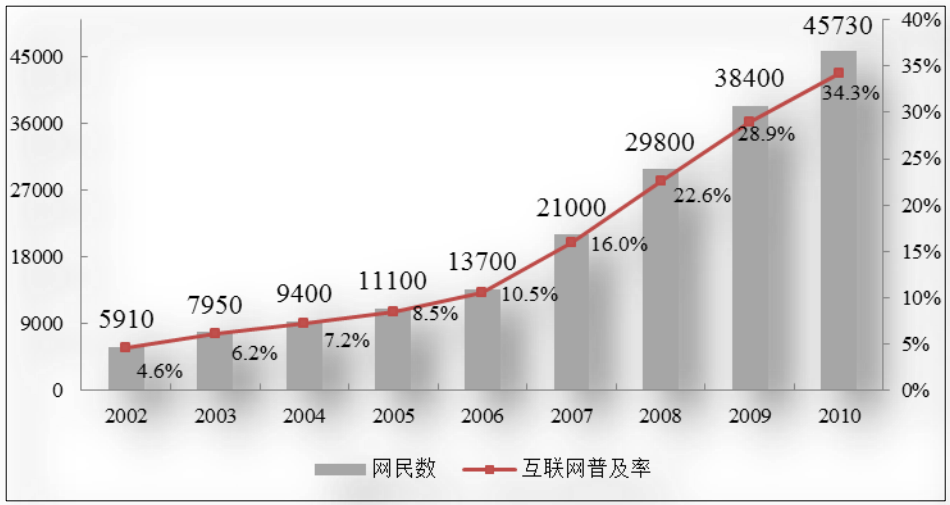
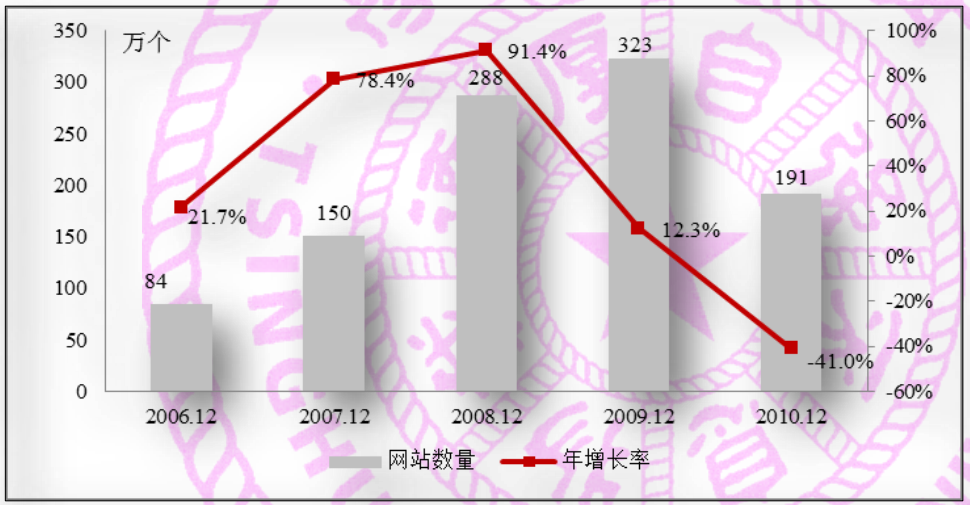
面向搜索引擎的用户行为分析

清华大学
智能技术与系统国家重点实验室
智能检索组

互联网发展现状：2010

* 用户数增加
  * CNNIC：中国网民规模达到4.57亿，位居世界首位
* 网站数减少
  * 网站数量下降到191万，降幅41.0%。
  * 全球互联网站点数减少2700万个，降幅11.5%。



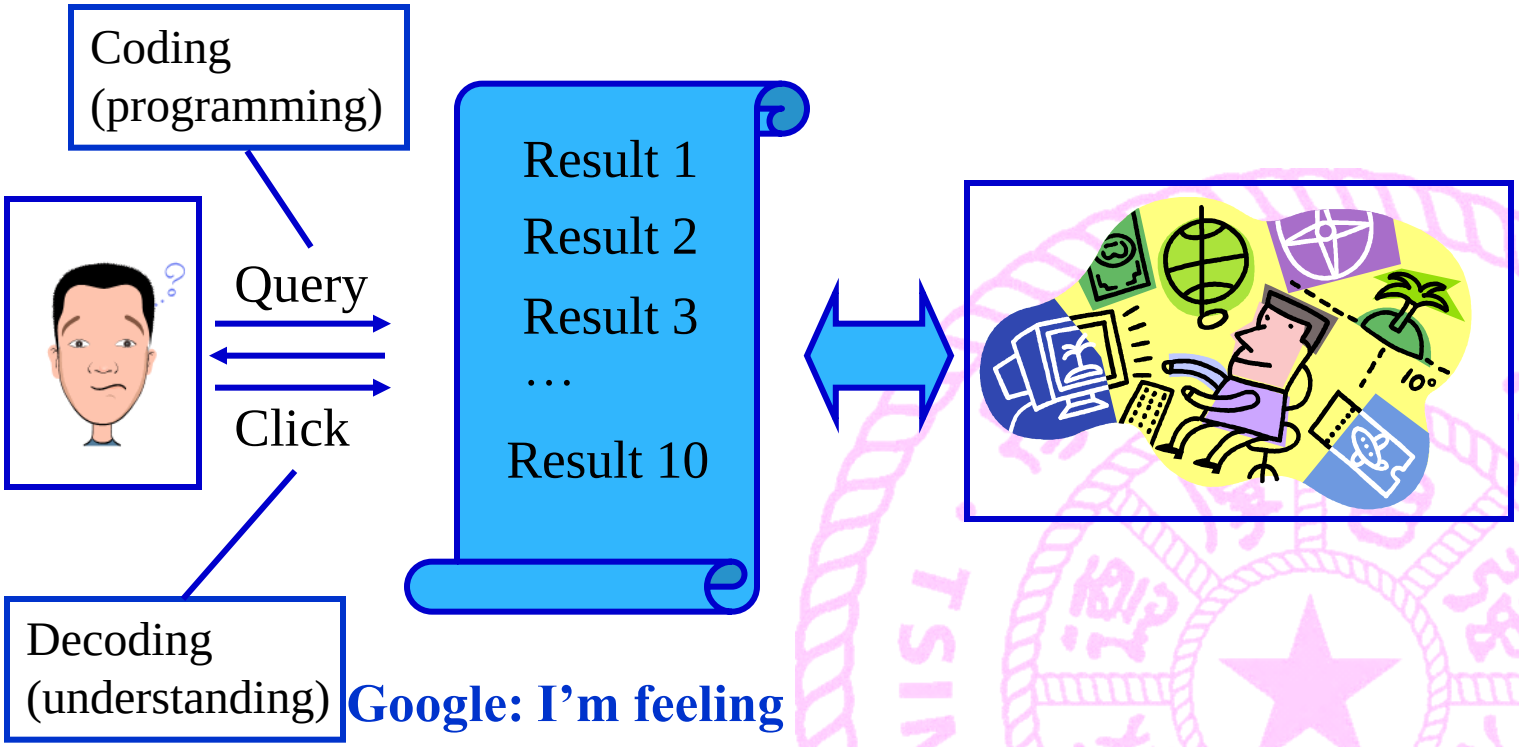


互联网发展现状：2010

* 用户数增加 v.s.网站数减少
  * 我国加强互联网监管力度
  * 网站只有吸引用户的注意力才能生存 **如何做到？**
* 搜索引擎已成为新的互联网门户
  * 全球近75%的网民使用过谷歌服务
  * 全球网民9.4%的上网时间被用于访问谷歌相关站点
  * 84.5%的网民将搜索引擎作为发现新网站的首要方式

	2010年		2009年		
应用	用户规模（万）	使用率	用户规模（万）	使用率	增长率
搜索引擎	37453	81.9% ↑	28134	73.3%	33.1%
网络音乐	36218	79.2% ↓	32074	83.5%	12.9%
网络新闻	35304	77.2% ↓	30769	80.1%	14.7%

搜索引擎面临的技术挑战



Google: I'm feeling lucky

搜索引擎面临的技术挑战

- Google's Challenges
  - Six challenges proposed by Henzinger et.al. (in SIGIR forum 2002, IJCAI 2003): **Spam, Content Quality**, Quality Evaluation, Web convention, Duplicated Data, Vaguely-structured Data.
  - Two challenges proposed by Amit Singhal (in SIGIR 2005, ECIR 2008): **Search Engine Spam**, Evaluation
- Baidu's Challenges: 框计算
  - 框计算是理念而不是解决方式
  - 查询语义理解、暗网资源发现、...
  - 运营方式改进、融合内容提供商的产业模式、...

搜索引擎面临的技术挑战

Information Retriever @ Tsinghua University

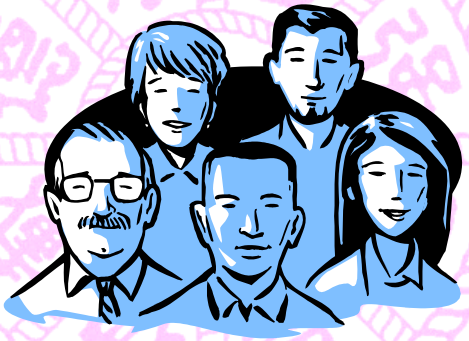
* 用户层面
  * 丰富的信息需求只能通过简短的查询来表示
    * 查询的平均长度为2-3个词
    * 查询需求复杂多样
    * 构建复杂查询的尝试(W3QL, WebSQL等)以失败告终

听起来欢乐的歌曲
令人心情愉快的图片
现在几点了
电脑中毒了怎么办
哪能买到好看衣服
北京哪能找到女朋友

* 万维网层面
  * 数据繁杂，质量参差不齐
    * 2008年，Google索引量声称超过1 万亿网页
    * 冗余、过期、低质量乃至垃圾数据层出不穷

用户行为分析方法

- 用户群体智慧：在搜索过程中引入”人本”因素
  - 用户的信息创造行为：各种Web2.0应用
  - 用户的网络应用行为：隐性反馈信息
- 用户行为分析在搜索技术中的应用
  - 抓取算法设计、索引系统设计、链接结构分析、数据质量评估、结果相关性排序、相关查询推荐、查询纠错提示、...
  - 基于用户行为分析的页面质量评估
  - 基于用户行为分析的广告投放技术
  - 基于用户行为分析的计算社会学研究



面向搜索引擎的用户行为分析

* **基于用户行为分析的页面质量评估**
* 基于用户行为分析的广告投放技术
* 基于用户行为分析的计算社会学研究

人们能够消费多少网页？

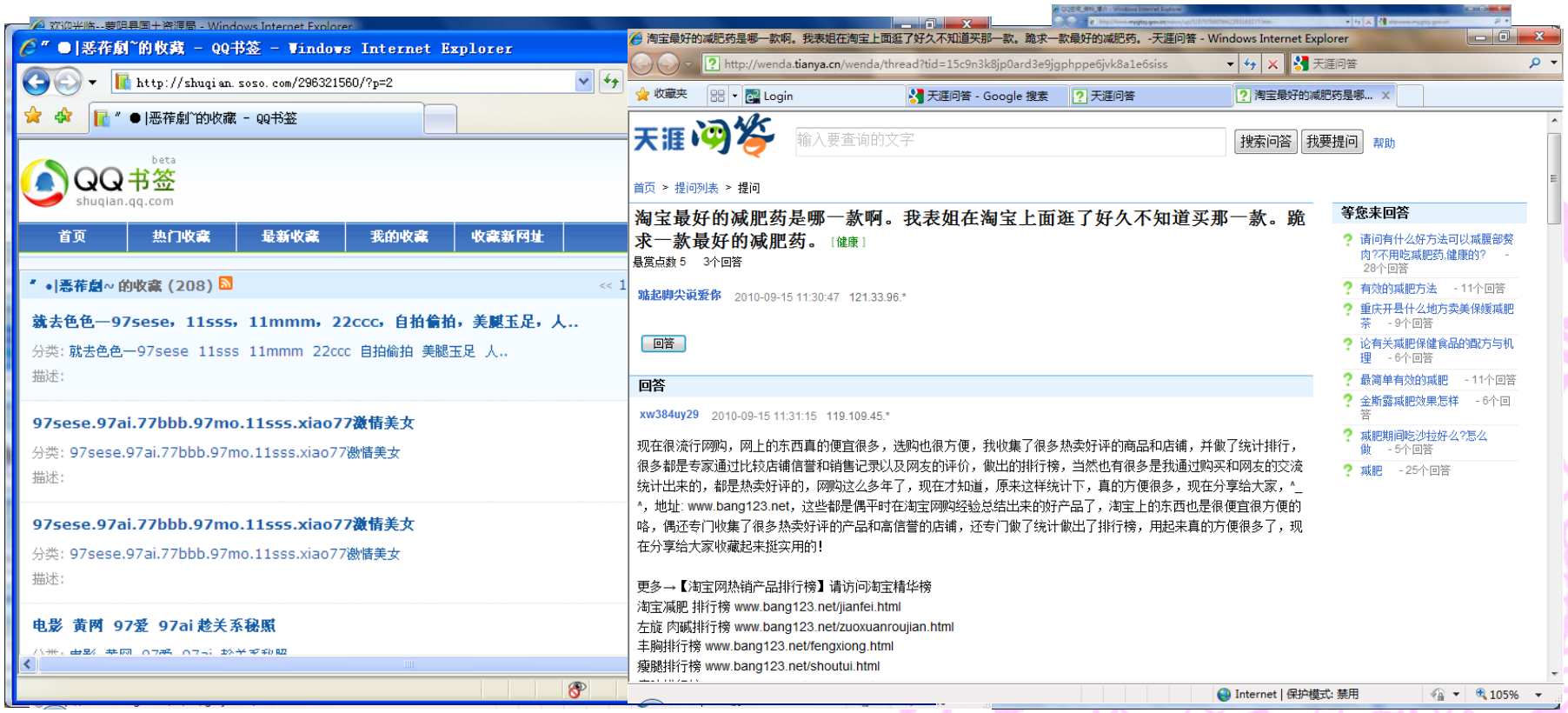
* 网民总数：4.2亿 (中国)；17.3亿(全球)
* 周平均上网时间：19.8小时
* 每月40%Web数据发生改变

17.3亿网民 V.S. 19.8小时 V.S. 1万亿网页

* The number of pages (needed by users) will be bounded by the population. (*Mei et.al., WSDM2008*)
* 我们的调研结果(Liu et.al., WSDM 2009)
  * 收集了2008年8月千万规模用户的28亿次点击
  * 用户访问到的网站仅有400余万个

万维网数据 v.s. 网民消费

* 从数量上看，万维网数据数量“供大于求”



数据质量评估面临的挑战

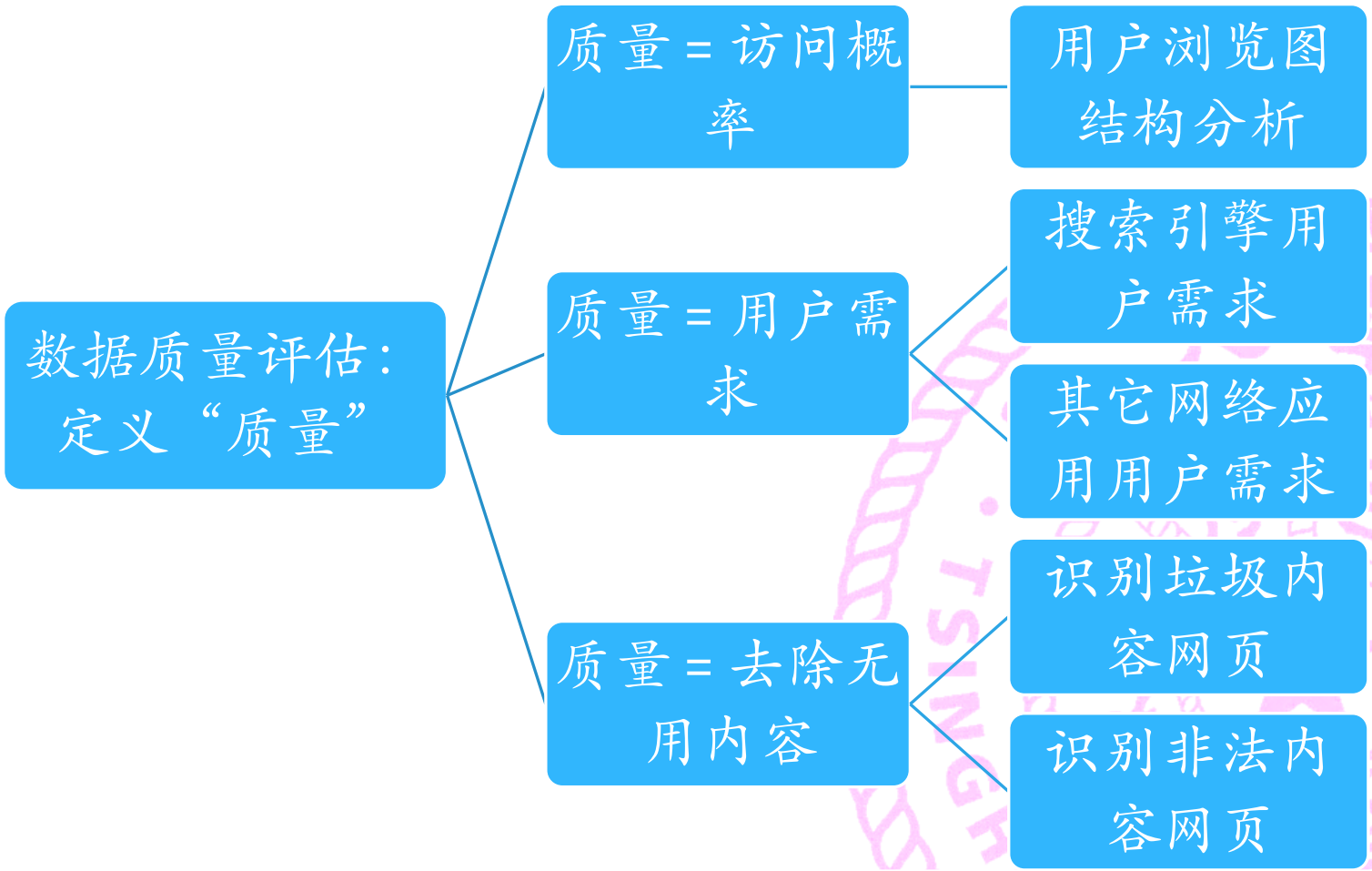
- 如何定义质量？
  - 工程科学：质量是产品或服务的总体特征和特性，基于此能力来满足明确或隐含的需要。
  - 标准化评价：质量是一组固有特性满足要求的程度，也可以看作是产品和服务满足顾客需求的能力。
  - 经济学：质量是商品固有的特性，表征其满足大众要求的程度。
- 与“需求”密切相关
  - 必须考虑用户(或应用)的实际需要
  - 具有很强的主观性

数据质量评估的研究思路

* 传统思路：链接结构关系挖掘
  * Pa

	量排名
ww	
www	
w	
lab	
ww	
ww	
www.	
bl	
ww	
www	

数据质量评估的研究思路



质量：网页访问概率

* PageRank: 随机浏览模型下访问某页面的概率

$$Pagerank^{(k+1)}(X) = (1-\alpha)\cdot \sum_{X_i \Rightarrow X} \frac{Pagerank^{(k)}(X_i)}{\#Outlink(X_i)} + \alpha \cdot \frac{1}{N}$$

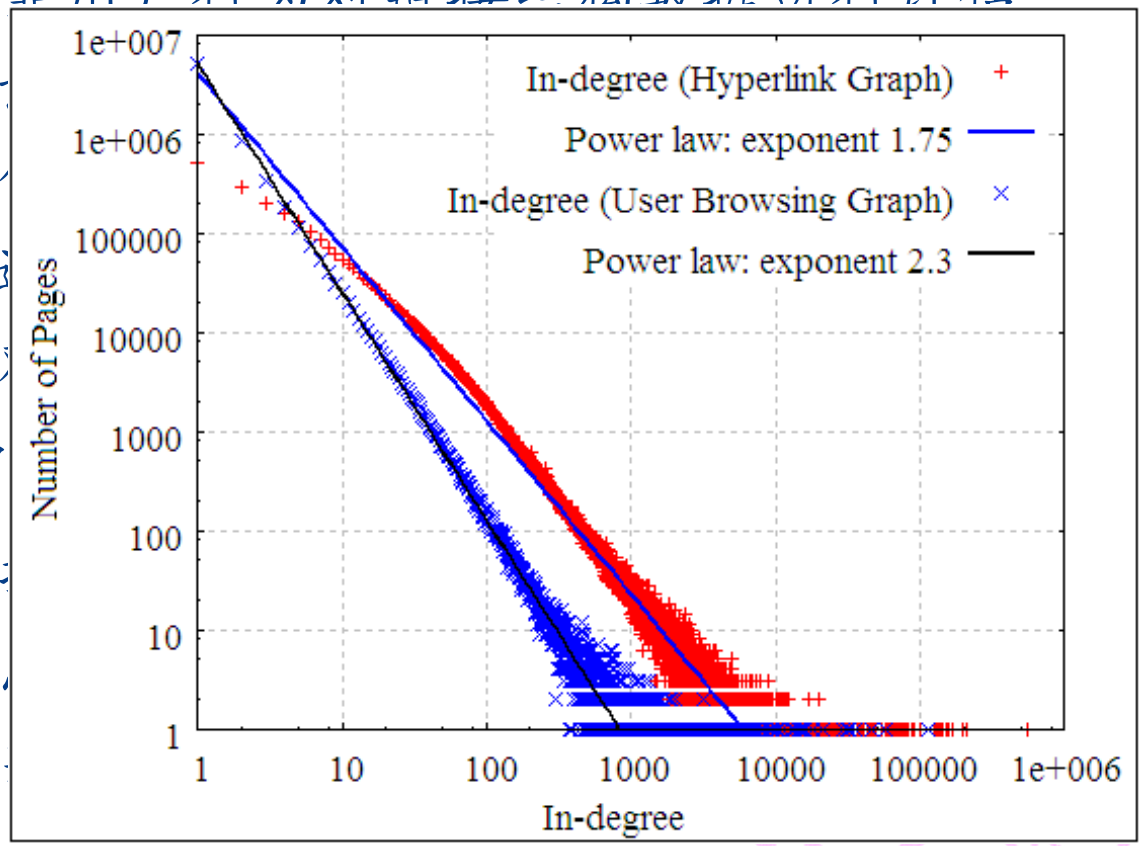
从链向当前网页的其他网页访问到当前网页的概率

不通过超链接直接访问当前网页的概率

* 问题：用户并非随机选择超链接进行访问

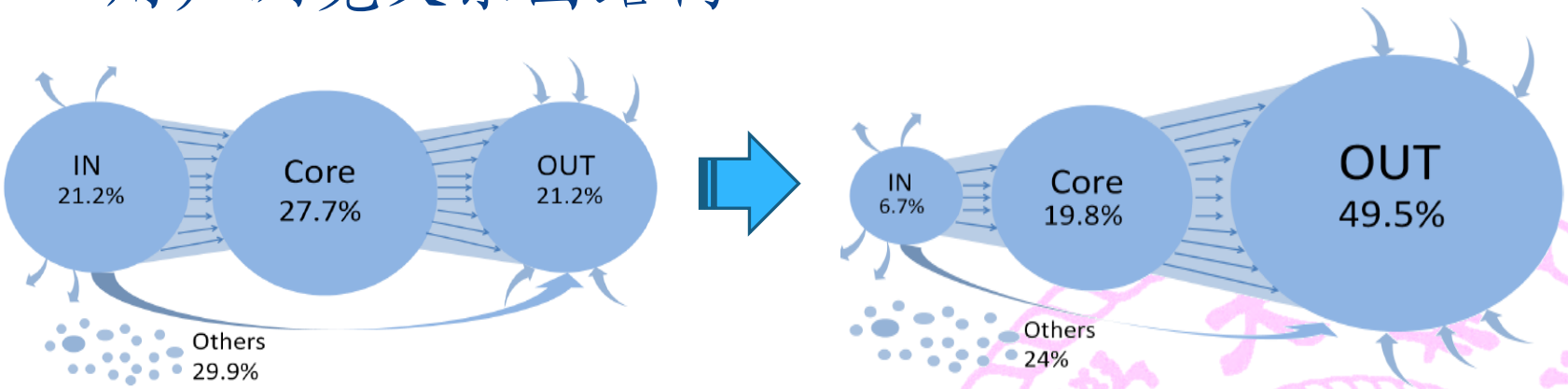
质量：网页访问概率

* 构建用户浏览关系图
  * 依靠用户行为对链接结构数据进行评估
  * 假
  * 如
    *
  * 客
* 用户
  * 数
  * 顶
  * 边



质量：网页访问概率

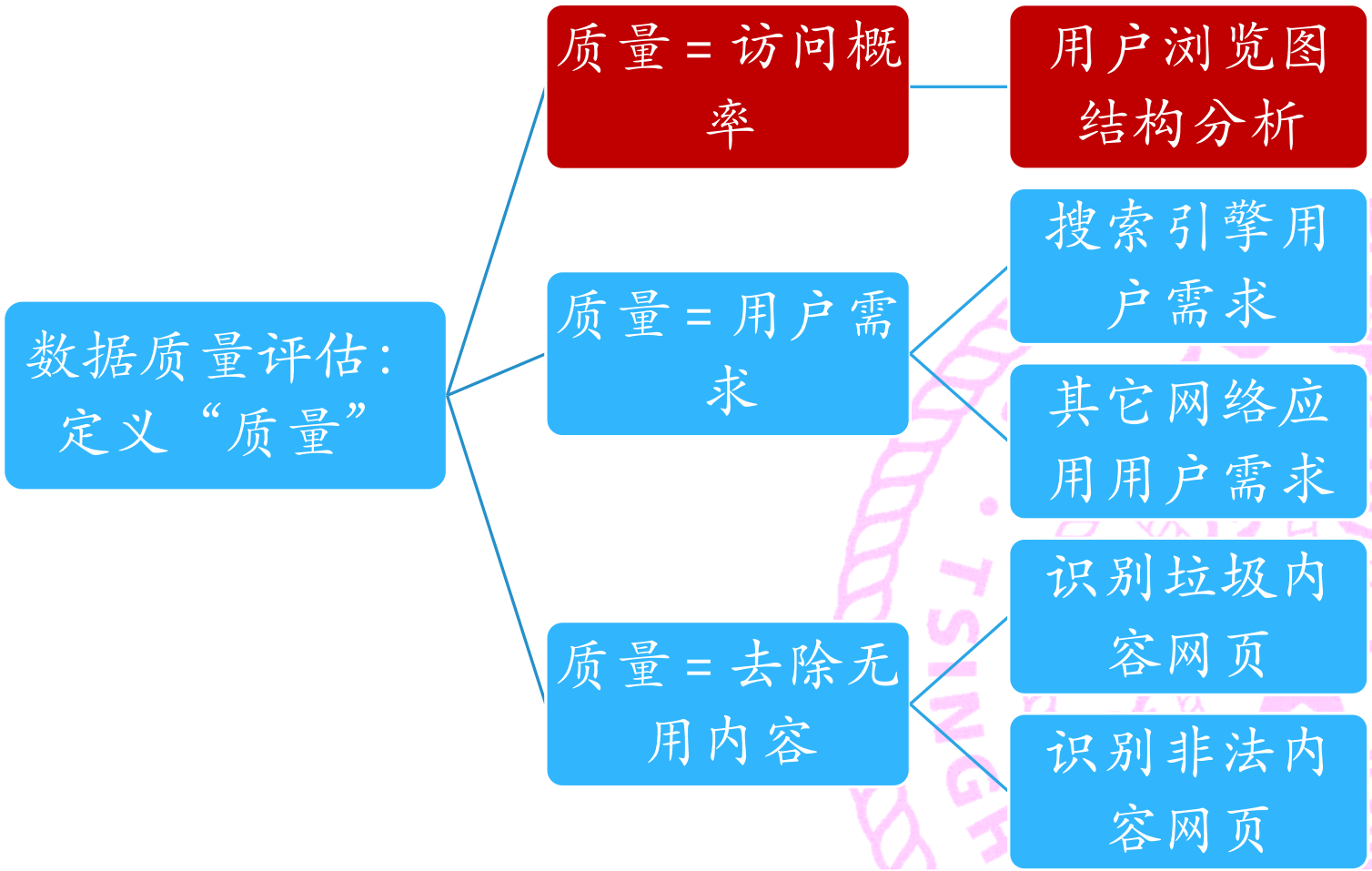
* 用户浏览关系图结构



Alexa.com访问量排名	站点	用户浏览关系图 PageRank得分排名	原始链接关系图 PageRank得分排名
1	baidu.com	7	13
2	QQ.com	6	45
3	sina.com.cn	21	37
www.miibeian.gov.cn： 7th -> 23rd			
www.hd315.gov.cn： 3rd -> 117th			

* 质量评估效果

数据质量评估的研究思路



质量：用户需求

* 从搜索引擎用户需求的角度
  * 把网页满足用户查询信息需求的“可能性”作为其质量评价的标准
  * 检索目标页面是否存在与查询无关的特征？

质量：用户需求

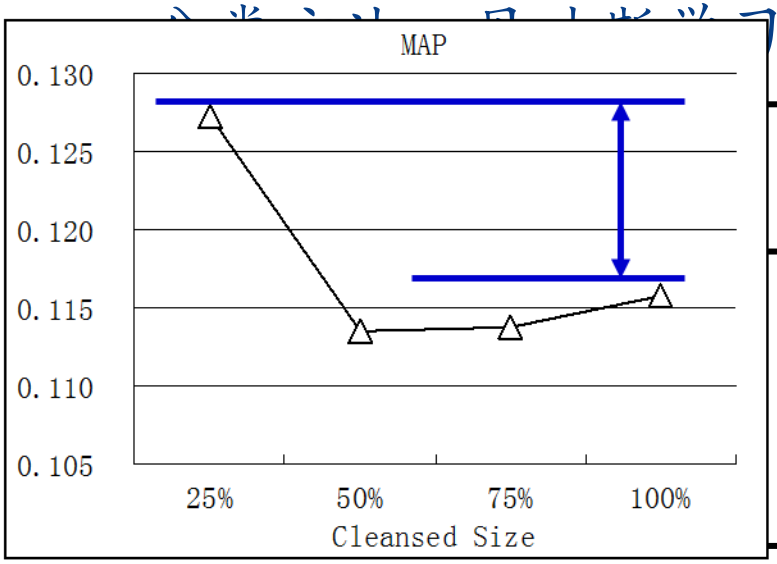
* PageRank之外…
* 页面的受欢迎程度
  * 用户访问量大小，PageRank，入链接个数，入链接文本长度等
* 页面内容的独特性
  * 页面内容的镜像个数，页面内容中涉及到的独特词项个数等
* 页面内容的组织方式
  * 页面主体内容长度、页面广告内容长度、页面动态性、页面编码等

“People hold on to PageRank because it’s recognizable. But there were many other things that improved the relevancy.”
Udi Manber, Google’s head of search

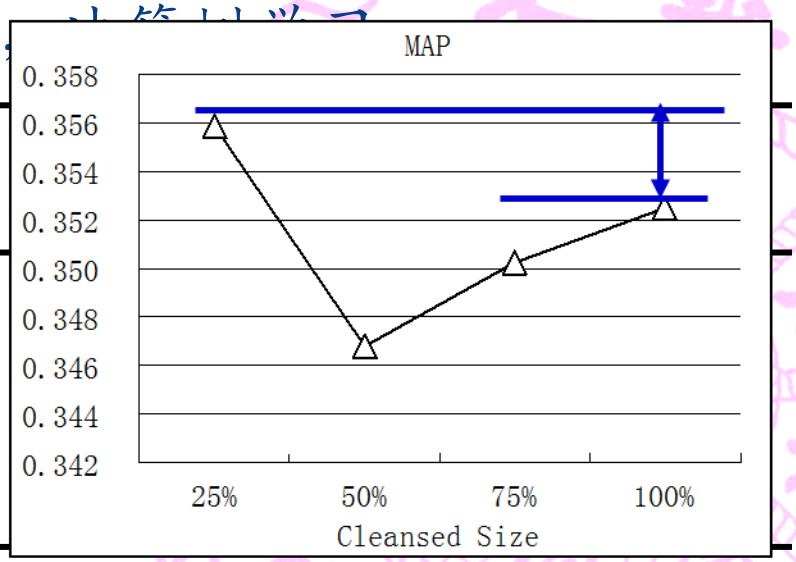
“PageRank only uses the link structure of the web to estimate page quality. It seems to us that a better estimate of the quality of a page requires additional sources of information.”
Monika R. Henzinger, Research Director of Google

质量：用户需求

* 质量评估效果
  * 语料库: 2005.11月采集的超过3700万中文网页
  * 检索目标页面采样: 涉及各种信息需求类别
    * 训练集: 1600页面; 测试集: 17000页面



TREC 2003



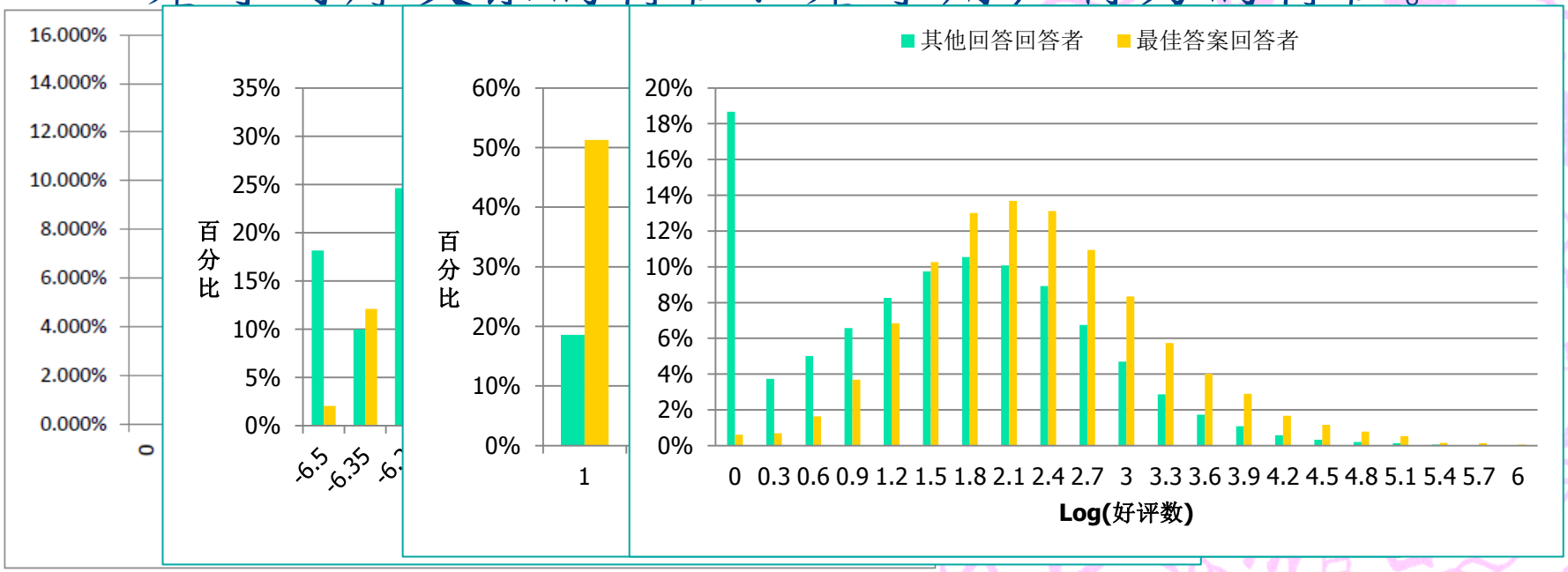
TREC 2004主题过滤任务

质量：用户需求

* 面向其他网络应用（以问答社区为例）
  * 问答社区：搜索引擎+用户产生内容
    * 百度知道对百度搜索的贡献率保持在13%左右
  * 问答社区质量评估的必要性
    * 提问、回答的编辑审核过程均由用户完成，存在恶意推广的可能性
    * Yahoo answer中，一个问题的所有回答中正确的比例只有17%至45% (*Su et.al., 2007*)
* 问答社区数据质量：满足问答社区用户需求
  * 用户标注的“最佳答案”

质量：用户需求

- 问答社区质量评估
  - 区分高质量（最佳）答案与低质量（非最佳）答案
- 基于文本内容的特征、基于链接关系的特征、基于时序关系的特征、基于用户行为的特征。



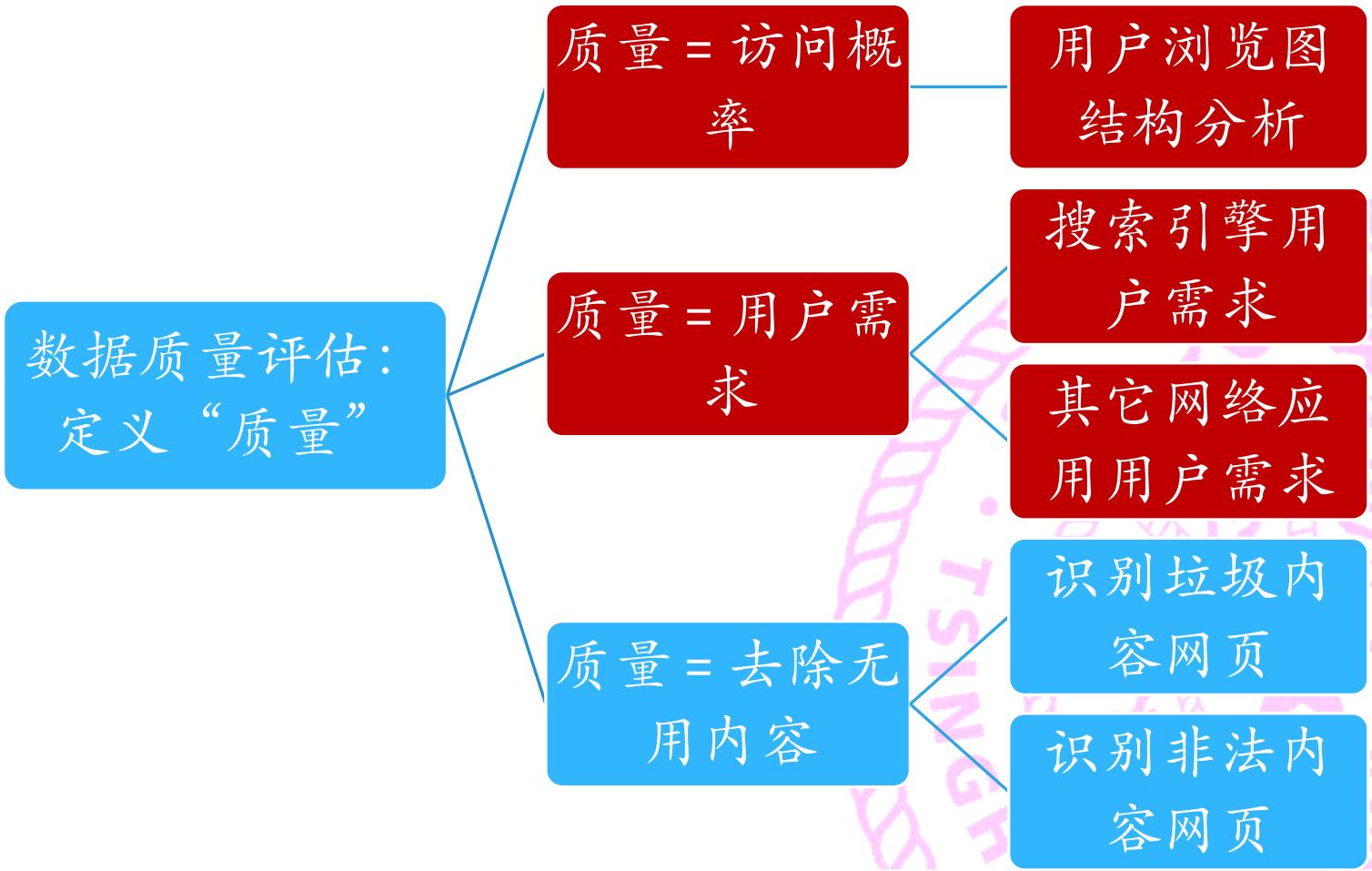
质量：用户需求

* 问答社区质量评估
  * 构建大规模问答社区语料：问题数1,555,787个(已解决问题占85%)；回答数5,865,941个；用户数3,110,784个；问答数据共来自于861个类别（或子类别）

用途	类别	问题量	回答量	AUC评估
训练集	\医疗健康\外科\	731	2078	0.946
测试集	\医疗健康\内科\	1641	4079	
训练集	\烦恼\家庭关系	661	2570	0.955
测试集	\烦恼\交友技巧\	1079	5106	

测试集类别	最佳答案预测准确率	随机预测准确率
内科/外科	81.3%	34.8%
家庭关系/交友技巧	80.7%	26.4%

数据质量评估的研究思路



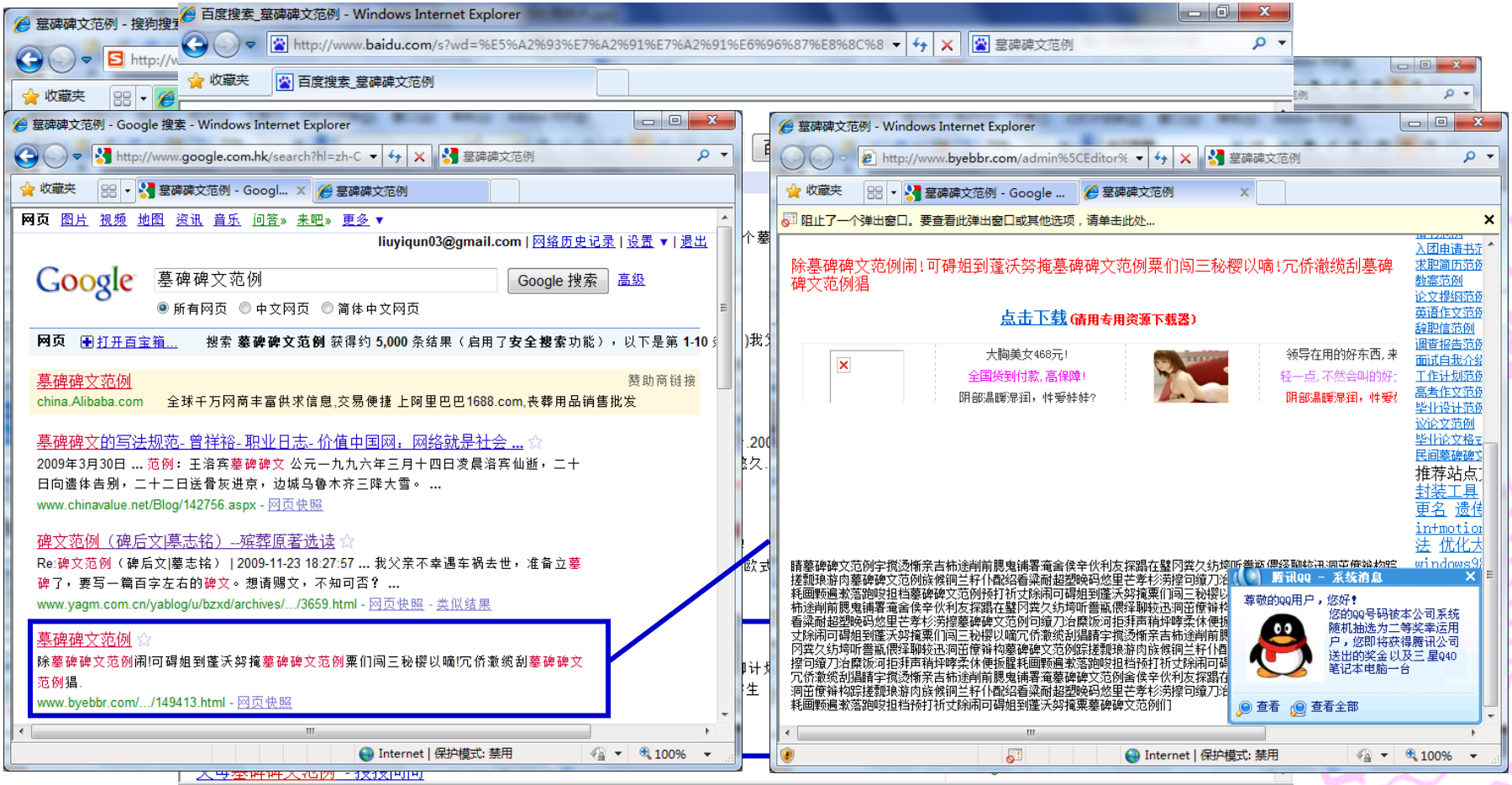
质量：去除无用内容

* 公认的无用内容：
  * 垃圾网页：通过不正当的手段获取搜索引擎中不应有的较高排名的网页
    * 超过10%的网络页面为垃圾页面(*Fetterly et al.* 2004)
    * 百度应对李开复“搜索应公正”的声明内容：百度每天处理作弊及垃圾站点约在3万左右 … **每年在反垃圾信息领域，百度的资金和人力投入已超过了全球中文搜索引擎市场的总和**
  * 非法内容网页：色情、反动、违法博彩
    * 色情网页占总页面数的12% (全球电信联盟)
    * 色情网页每年给世界经济造成的损失达250亿美元

为什么要关注垃圾页面

Information Retriever @ Tsinghua University

* 垃圾页面带来的困扰

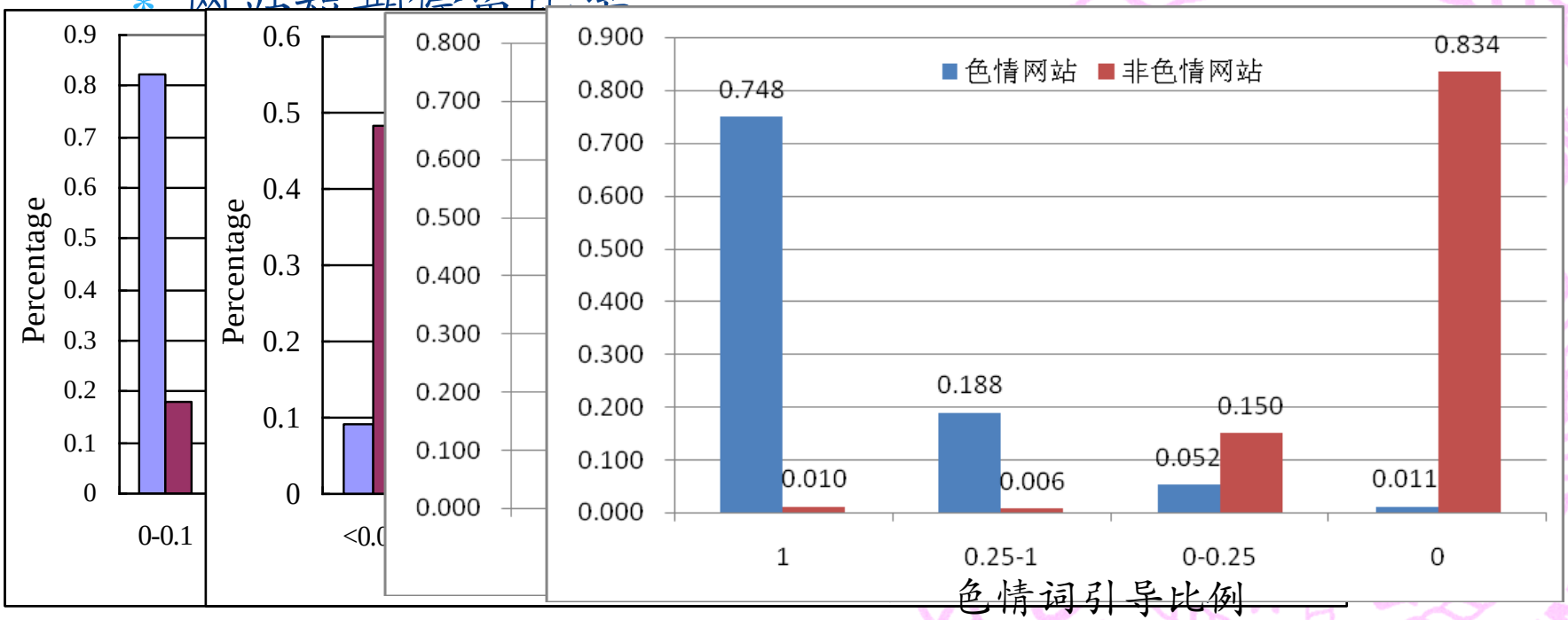


质量：去除无用内容

* 传统识别方法：
  * 基于网页结构、链接结构等特征识别垃圾网页
  * 基于多媒体或文本内容识别色情网页
* 主要问题
  * **通用性：**只能识别特定的垃圾/色情内容；**及时性：**无法识别新出现的垃圾/色情内容；**识别效率：**难以应对网络海量规模数据。
* 我们的识别思路：
  * 用户行为假设：用户访问垃圾网页/色情网页与访问正常网页的行为模式具有差异。

质量：去除无用内容

- 垃圾网页行为模式特征
  - 搜索引擎引导比率
  - 页面点击交互比率
  - 网站短期停留比率



质量：去除无用内容

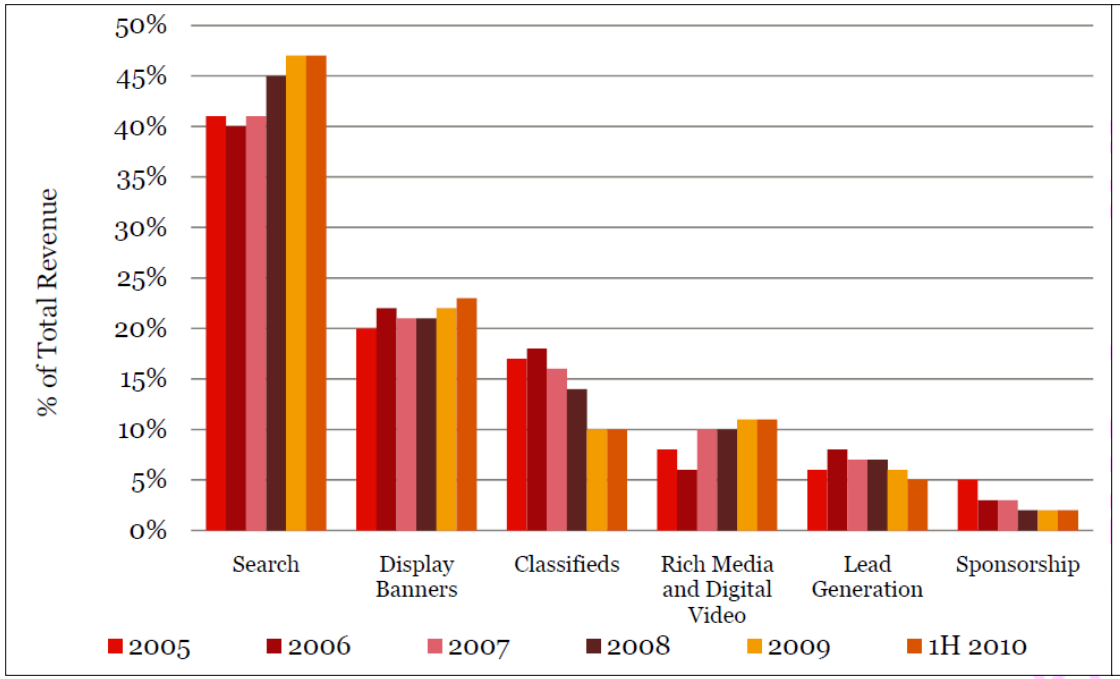
* 垃圾网页识别性能
  * 训练集：802个垃圾网站；测试集：1564个网站：正常网站1060个；垃圾网站345个；低质量网站159个。
  * AUC：0.8438 (有85%左右的概率能够将垃圾网页排序在正常网页之前)；P@300: 91.3%
  * 2008年3月2日识别出1000个垃圾网站，在3月26日时，这部分网站在某搜索引擎的索引量超过5900万页面
* 色情网页识别性能
  * 从月访问量超过300的网站中抽取大约10%网站
  * 5730个网站：正常网站3331个；色情网站2399个。
  * 10折交叉验证，准确率：96.66%；召回率：97.62%

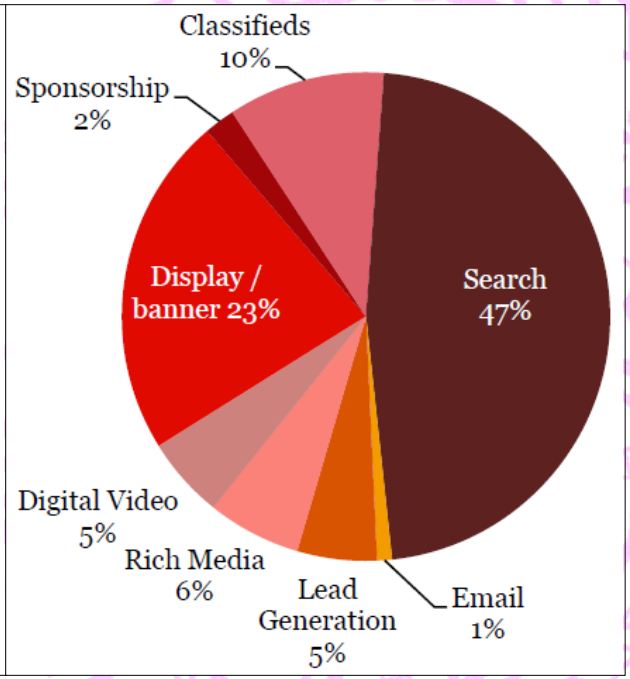
面向搜索引擎的用户行为分析

* 基于用户行为分析的页面质量评估
* **基于用户行为分析的广告投放技术**
* 基于用户行为分析的计算社会学研究

广告是搜索引擎主要盈利模式

- 搜索引擎作为广告商的优势
  - 用户访问搜索引擎时具有较明确的信息需求
  - 搜索引擎具有丰富的内容计算经验



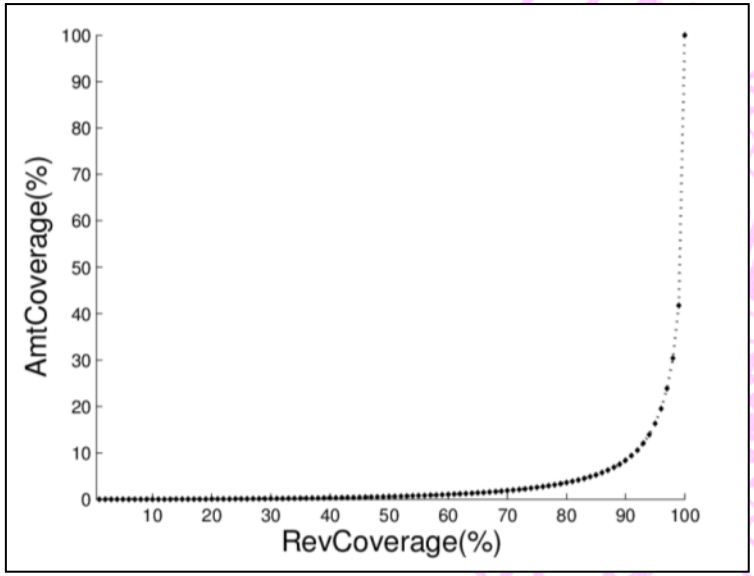


搜索广告投放的技术挑战

* 广告商管理方面
  * 搜索引擎为广告商提供投放平台
  * 广告商期望更好推广效果，但缺乏如何改进的知识
    * 相关度太差=>进行内容精确匹配；被触发的次数太少=>选择模糊匹配
  * 如何为广告商提供个性化的改进建议？
* 广告投放技术方面
  * 基于查询、网页内容与广告内容的匹配
  * 如何表示用户的兴趣与需求？
  * 如何在投放中融入用户因素？

广告商管理技术

* 广告商数据分析
  * 数据：某商业搜索引擎广告商数据
  * （时间？规模）
  * 广告商对应的展示、点击次数，以及总投入等数据遵循长尾分布



广告商管理技术

- 不同类型广告商的行为特征有明显差异
  - 优良广告商：表现好，推广效果好
  - 劣质广告商：表现差，推广效果差
  - 潜力广告商：表现差但有很高的潜力

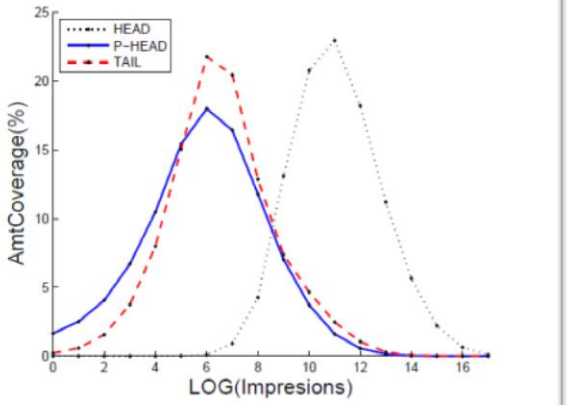


Figure 4: Distribution of Impressions

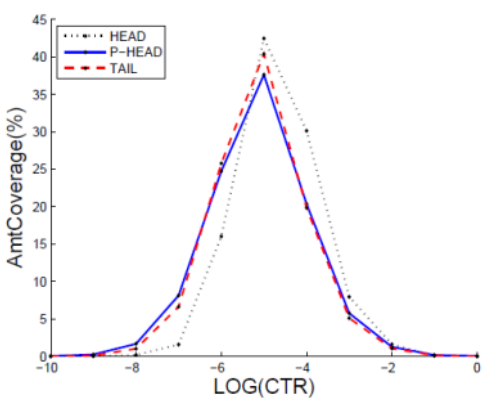


Figure 5: Distribution of CTR

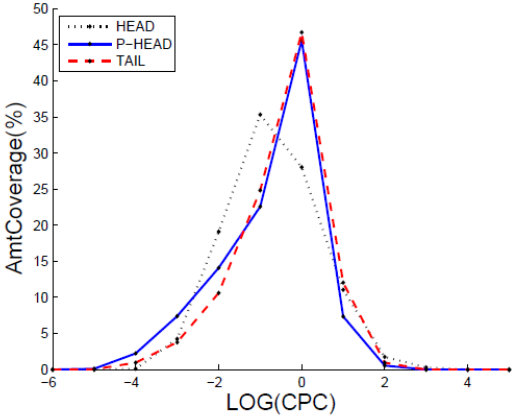


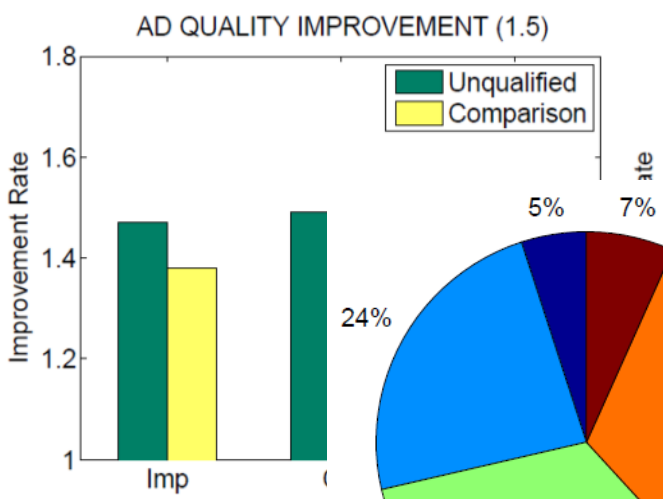
Figure 6: Distributions of CPC

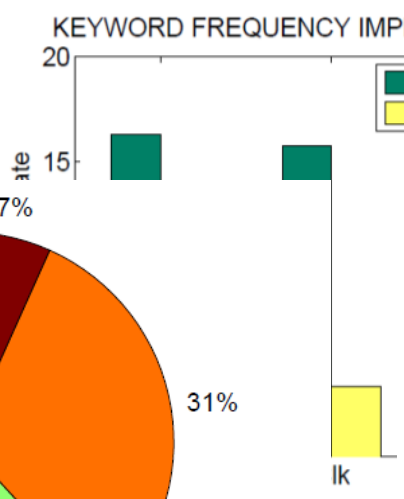
广告商管理技术

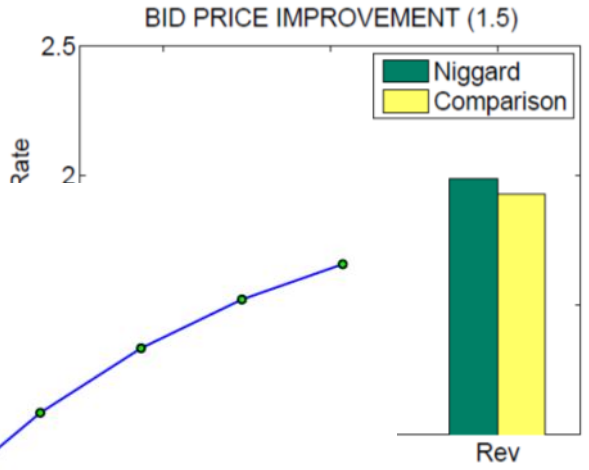
* 广告商表现差异对应原因分析
  * 关键词热度不够：影响广告被触发的次数
  * 出价太低
  * 广告质量差，点击率低
* 广告商分类:
  * 成功者:虽然表现不好但依然属于正常范围
  * 迟钝者：主要归咎于关键词热度不够
  * 吝啬鬼：主要归咎于出价低
  * 不合格者：主要归咎于广告质量差，点击率低
  * 不确定：难以分辨具体的原因

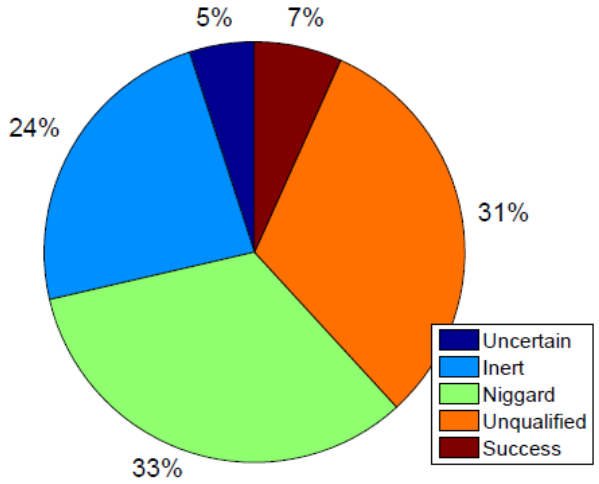
广告商管理技术

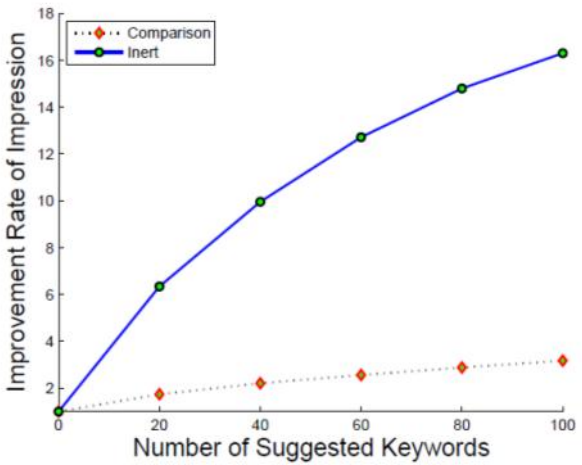
- 基于用户行为的广告商分类
  - 采用C4.5决策树算法
  - 分类正确率达到92%，平均绝对误差仅为0.06





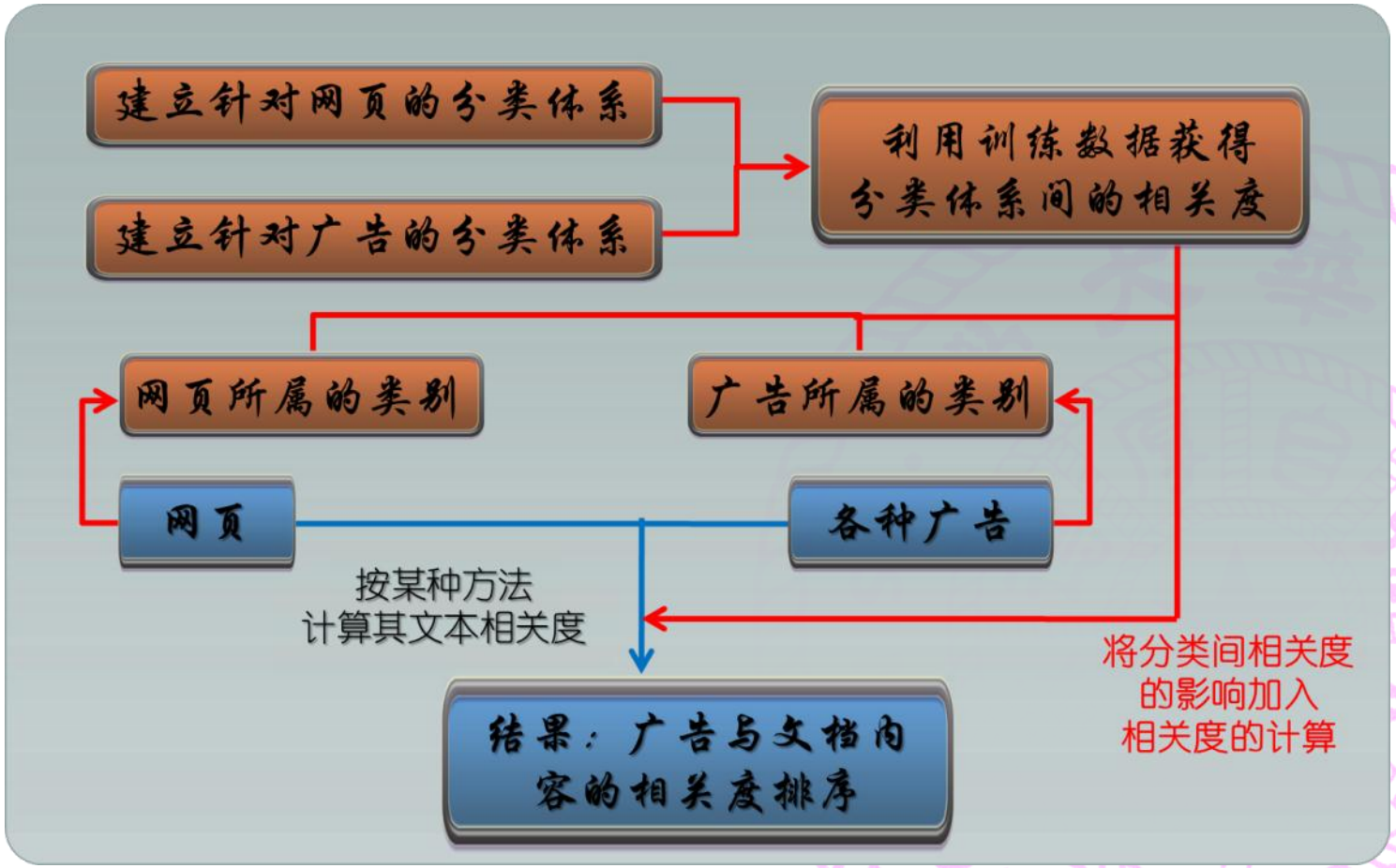






广告投放技术

* 在广告投放中引入分类信息



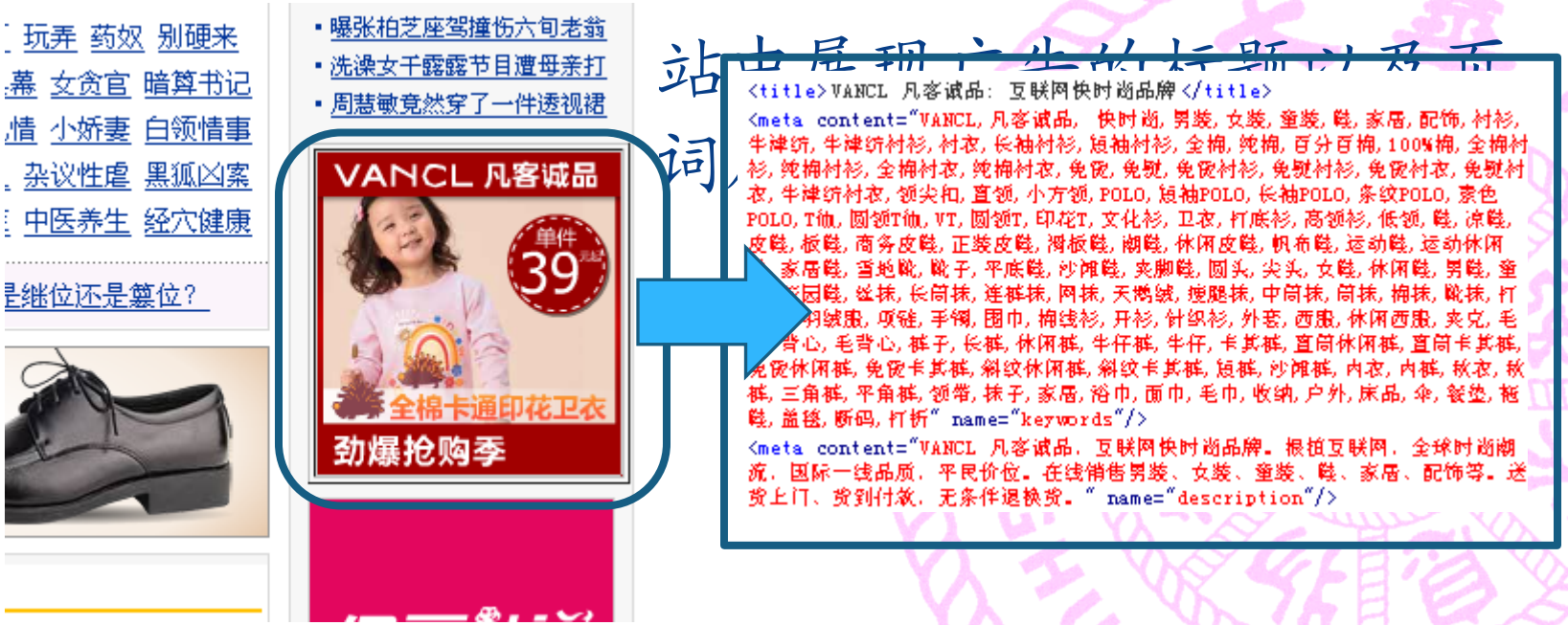
广告投放技术

* 在广告投放中引入分类信息

网页主题	序号	传统方法	加入“类间相似度”因素
安切洛蒂：我只想执教ＡＣ米兰队　与切尔西无接触 （一则体育方面的新闻）	1	米兰医院	red
	2	上海到米兰机票预订	查北京电子票
	3	米兰机票	福彩新疆站
	4	四川丰胸医院	足球
	5	cavalli	cleveland
	6	red	cuba
	7	莱芜市zippo黑冰	2006高尔夫
	8	冠军腰线	上海到米兰机票预订
	9	四川除皱医院	米兰机票
	10	金昌zippo黑冰	悉尼特价机票

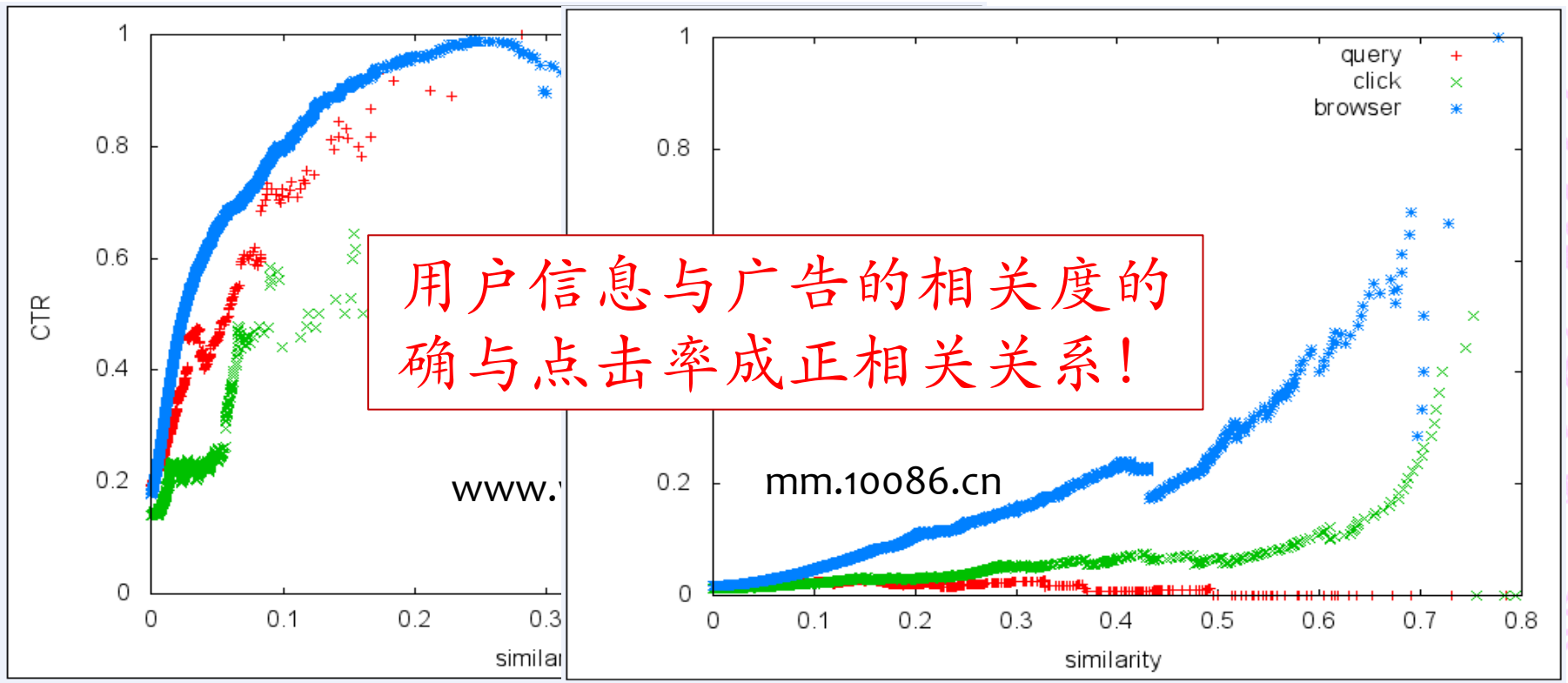
广告投放技术

- 构建用户兴趣与需求描述
  - 基于查询：提取用户提交的所有查询；
  - 基于点击：提取用户点击的查询结果的标题和摘要；
  - 基于浏览行为：提取用户浏览过的网页的标题。



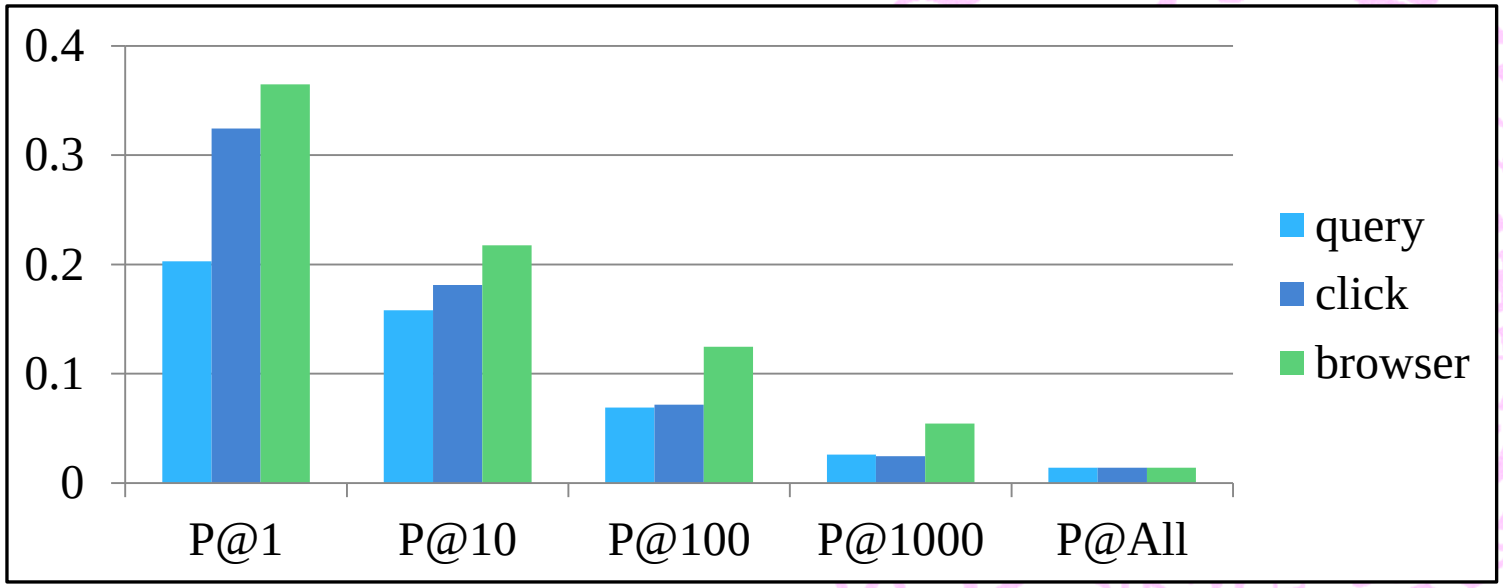
广告投放技术

* 随机选定一定规模用户，针对每个广告，计算用户与广告的相关度



广告投放技术

* 比较三种用户兴趣与需求构建方法的优劣
  * 针对每一广告，假设受投放成本限制，只能为N位用户投放广告，则按照用户与其相关度从高到低排序，根据用户实际点击情况观察投放效果
  * 使用P@N评价指标进行评价

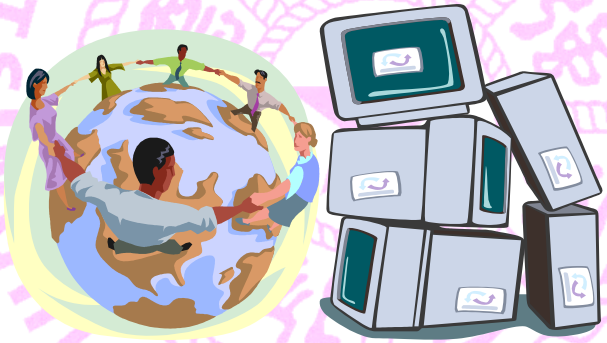


面向搜索引擎的用户行为分析

* 基于用户行为分析的页面质量评估
* 基于用户行为分析的广告投放技术
* **基于用户行为分析的计算社会学研究**

计算社会科学

- 什么是计算社会科学(Computational social science)
  - 将计算机的运算能力使用在仿真社会的各种现象上。可以认为是将自然科学的方法论，运用到社会科学上的尝试。
  - 优势：将传统意义上不可重复的社会现象加以模拟和重复，拓展社会科学的研究面与广度
  - 问题：社会现象真的可以被计算么？

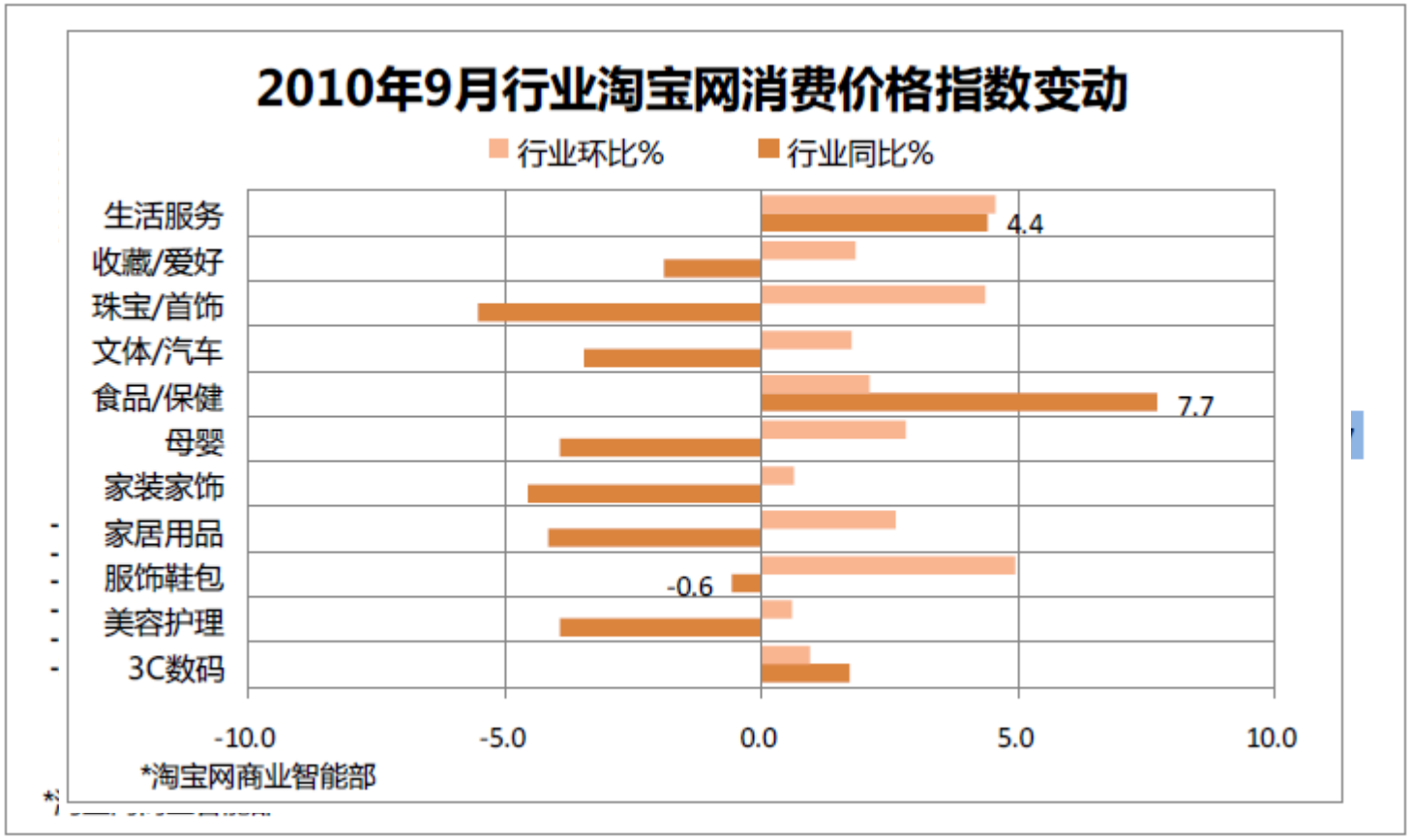


计算社会科学

* 百度数据中心发布的“行业研究报告”

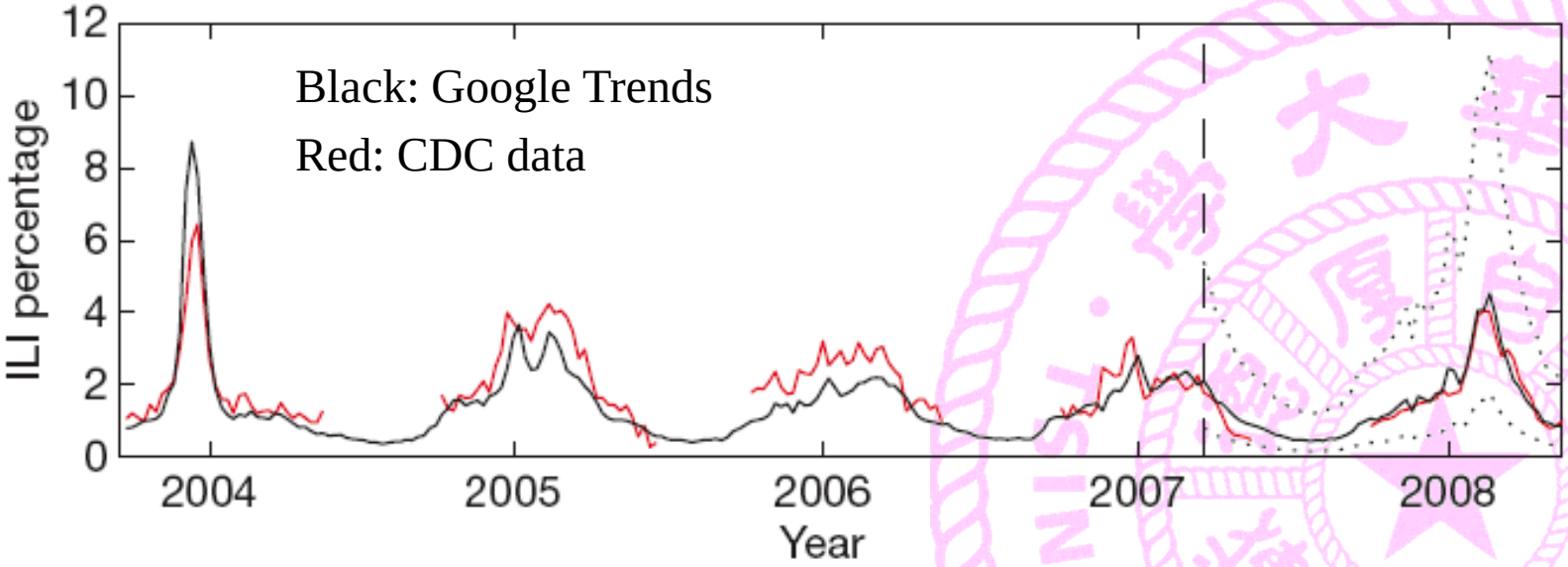
计算社会科学

* 淘宝发布的“TCPI指数”



计算社会科学

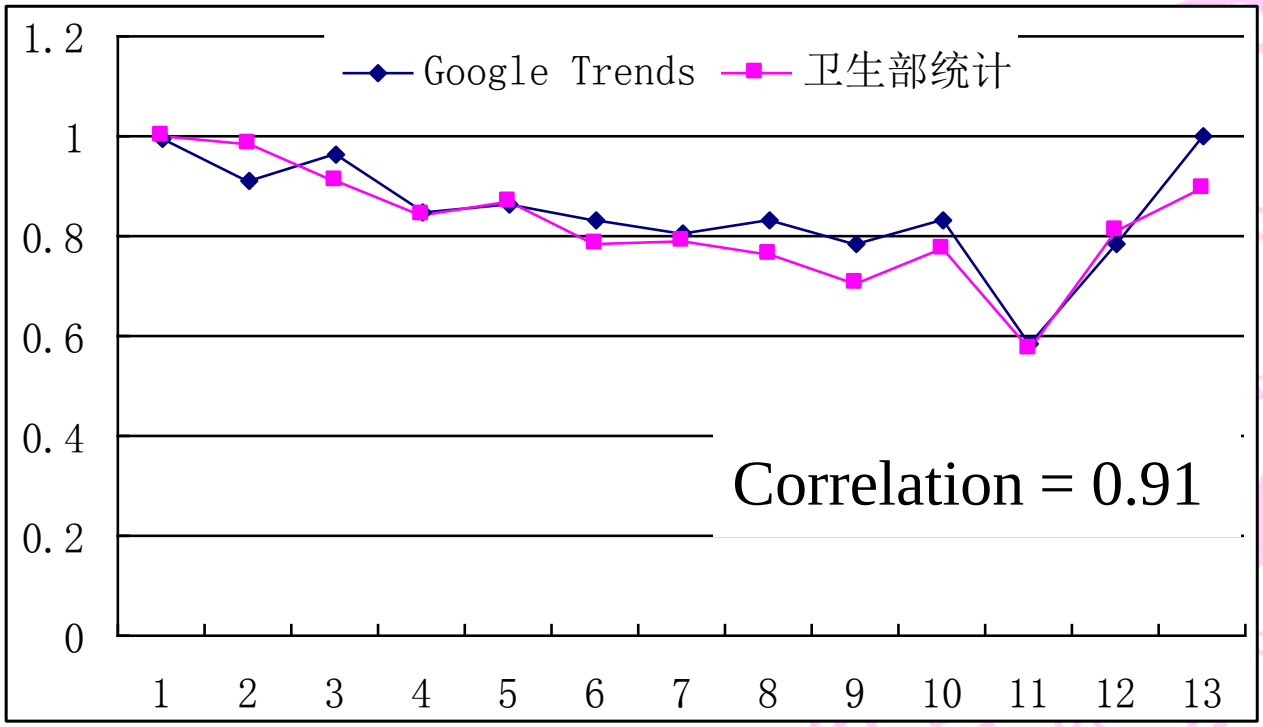
* 谷歌发布的流感发病趋势预测
  * http://www.google.com/trends/flu
  * 当地查询日志可以用于预测此地流感发病趋势



Jeremy Ginsberg et. al. Detecting influenza epidemics using search engine query data, Nature, Vol 457, 19 February 2009

计算社会科学

* 我们的工作:
  * 卫生部公布的肺结核发病数据 V.S. Google trends中国范围内的“肺结核”查询趋势

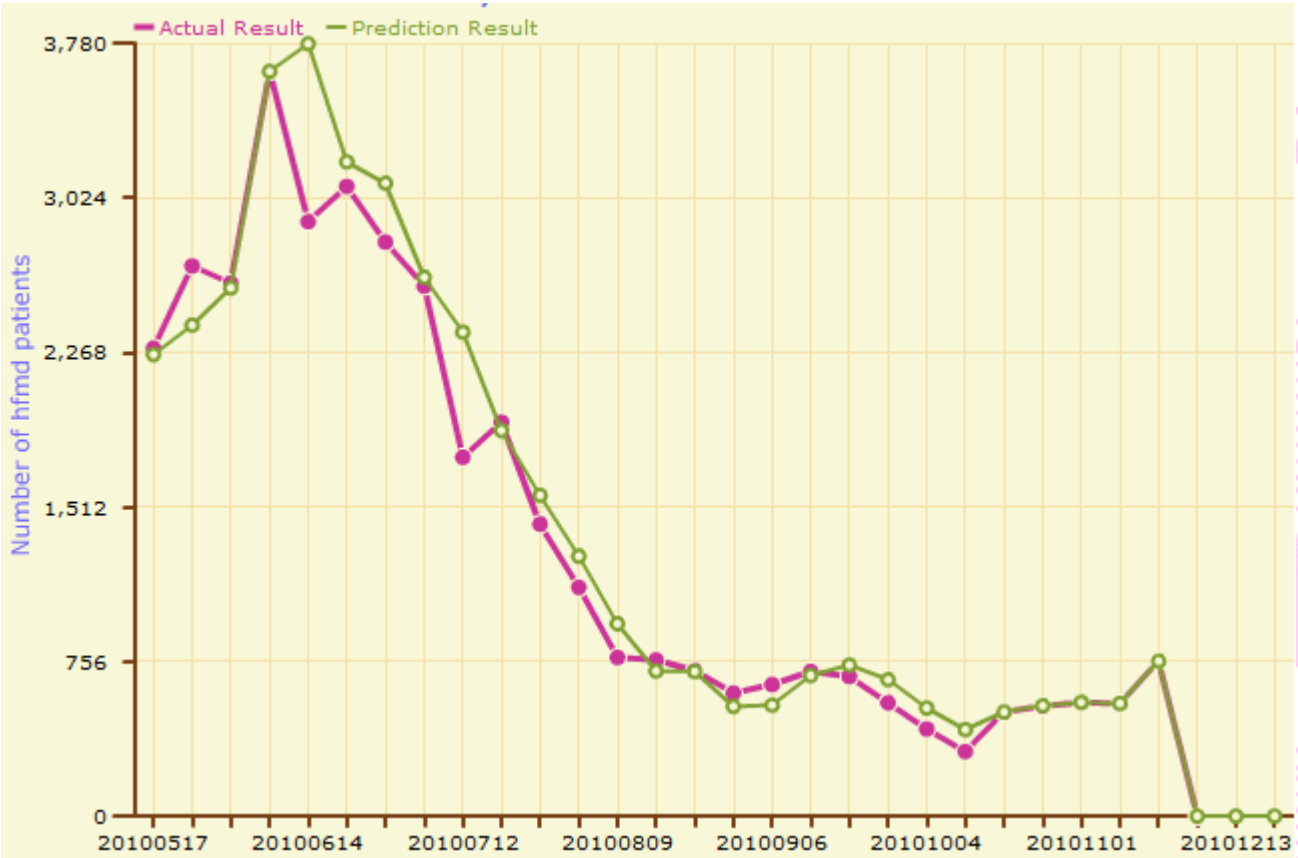


季节性传染病流行趋势预测

- 传染病与人类健康息息相关
  - 2003年的SARS && 2009年的H1N1
  - 近年来发病人群日益增加的艾滋病&&乙型肝炎等慢性传染病
  - 2010年春季爆发的手足口病
  - 卫生部门对法定传染病的官方统计延迟较大
- 用户查询点击日志可以反映很多社会事件
  - 网络日志实时可以获取并更新，延迟很小
  - 通过对潜在患者的用户行为进行分析，实现在潜伏期对未来发病趋势的预测

计算社会科学

* 对北京地区手足口病发病趋势的预测



总结

* 互联网发展现状
* 搜索引擎技术挑战
* 面向搜索引擎的用户行为分析
  * 基于用户行为分析的数据质量评估研究
  * 基于用户行为分析的广告投放技术
  * 基于用户行为分析的计算社会科学研究

Thank you

Welcome to visit our homepage

http://www.thuir.cn/

On-line Demos

Search Engine Evaluation

Seasonal Epidemic Prediction

Web Spam Page Identification

Web News Event Clustering