

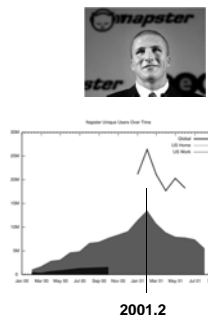
## 第十章 自组织重叠网络

### 重叠网类型

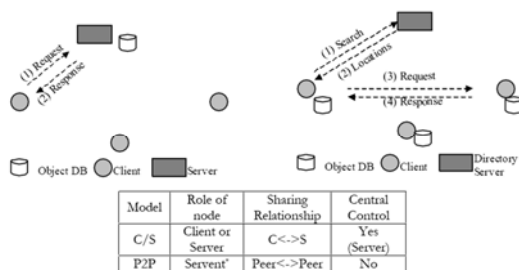
- 电信网重叠结构
- 基于互联网的重叠网
- VoIP
- CDN
- B/C/S
- P2P
  - 文件共享: Napster、Gnutella

### Napster

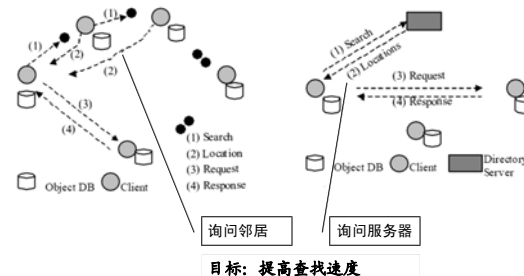
- 1999.6, 东北大学大一学生, Shawn Fanning(肖恩·范宁)通过自学, 为喜欢音乐的同学, 编写MP3文件共享的服务器和客户端;
- 其发短而卷, 绰号 **napster**;
- 2001.2.12, 法院裁决认定 **Napster侵权**, 逐渐淡出。



### Napster系统模型



### Gnutella系统模型

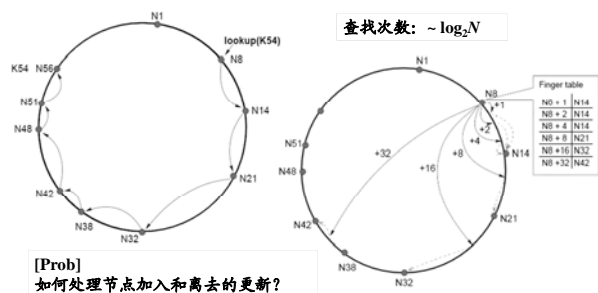


### Chord环查找

- 将用户查找的Key通过hash运算, 变换为KID;
- 将与key对应的内容, 为value;
- 将共享节点的地址, 通过hash, 赋予NID;
- 将(key, value)分散存储于共享节点:
  - 如果  $NID = KID$ , 本节点存储
  - 如果  $NID < KID$ , 下一节点存储
  - 节点的以NID串接成环

Stoica I, Morris R, Karger D, et al. Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for internet applications[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. ACM, 2001, 31(4): 149-160. 引用数: 11363/2014.5.4

### 二种查找过程(hash < 2<sup>6</sup> = 64)



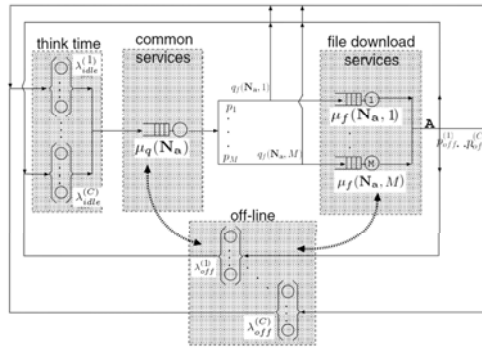
### P2P类型

- 集中索引架构(CIA)
  - Centralized Indexing Architecture
  - Napster
- 泛射式分布索引架构(DIFA)
  - Distributed Indexing with Flooding Architecture
  - Gnutella
- 散列式分布索引架构(DIHA)
  - Distributed Indexing with Hashing Architecture
  - chord

### P2P吞吐性能模型

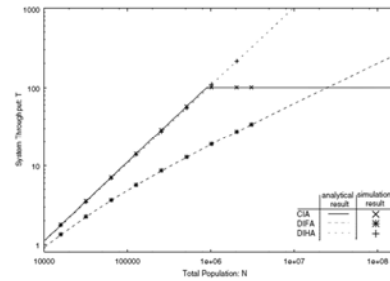
- 用户至少有两类:
  - 以下载为主, 较短时间在线、查询和下载占比较多;
  - 以共享为主, 较长时间在线、共享资源较多;
- P2P功能有三类
  - 查询和下载, 产生查询和下载请求;
  - 查询服务, 提供查询服务, 无论是否提供文件共享;
  - 文件共享, 与其他节点共同提供下载;
- 用户状态有两类:
  - 开机上线, 存在一定时长的空闲;
  - 关机离线。

## C类型数, M个文件, $N_a$ 用户数



10

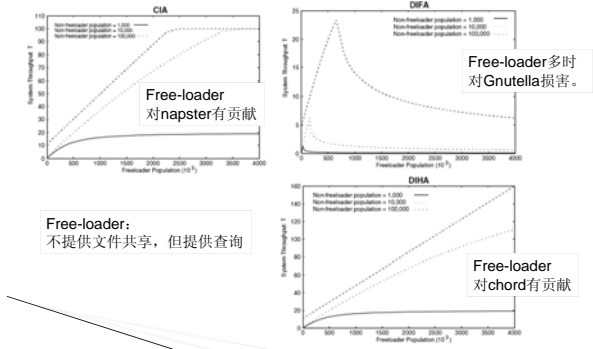
## 分析与仿真计算结果



Ge Z, Figueiredo D R, Jaiswal S, et al. Modeling peer-peer file sharing systems[C]/INFOCOM 2003. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications. IEEE Societies. IEEE, 2003, 3: 2188-2198.

11

## Free-loader/Free-rider的影响



12

## 第十二章 社会网络

激励用户共享

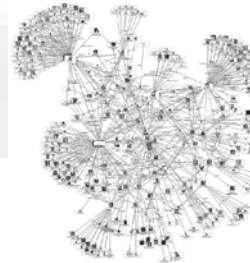
13

## 社会/社交网络的特点

- 陌生人通过虚拟空间建立联系



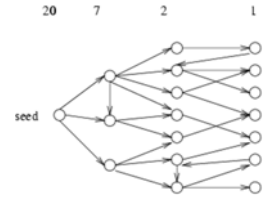
[Prob]  
敌人的敌人, 可以成为朋友;  
朋友的朋友, 不一定是朋友。



14

## Advogato信任度量法

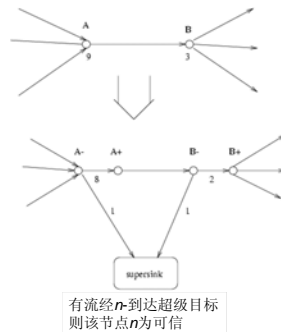
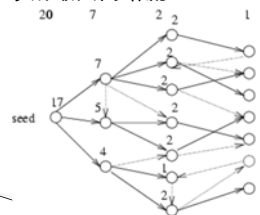
- 相互联系的个体, 通过认证关系构成图
- 认证为单向, 采用等级量化
  - Advogato等级: Apprentice, Journeyer, and Master
  - 简单等级: true, false
- 存在一个根节点(seed), 完成可信
- 容量C赋值
  - Seed: 待认证节点总数
  - 后续点: 上级节点容量/平均出度
- 目标: 哪些可信, 或不可信?



15

## 最短路径计算

- 节点容量C分两部分
  - c-1 给出链路
  - 1 给假想的超级目标
- 求解最大网络流



有流经 $n$ -到达超级目标  
则该节点 $n$ 为可信

16

## 第十一章 复杂网络

科学家眼中的网络

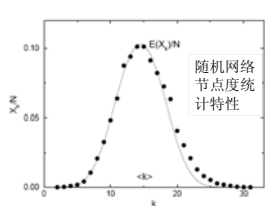
## 存在的领域

- 互联网中路由器互联的网络
- Web网页之间的相互链接的网络
- 核物理学者共同著名发表论文构成的合作网络
- 演员共同参演影视剧的合作网络
- 消化系统中蛋白质分子的转化网络
- 自然界食物链构成的网络
- 软件包中模块关系网络
- ...
- 社交网络

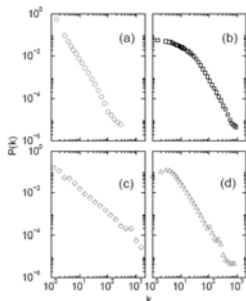
17

18

## 复杂网络的标度无关性



(a) Router Level  
(b) Movie Actor  
(c) Co-authorship of high energy physicists  
(d) That of neuroscientists



19

## BA生长模型

(1) *Growth*: Starting with a small number ( $m_0$ ) of nodes, at every timestep we add a new node with  $m$  ( $\leq m_0$ ) edges that link the new node to  $m$  different nodes already present in the system.

(2) *Preferential attachment*: When choosing the nodes to which the new node connects, we assume that the probability  $\Pi$  that a new node will be connected to node  $i$  depends on the degree  $k_i$  of node  $i$ , such that

$$\Pi(k_i) = \frac{k_i}{\sum_i k_i}.$$

$$\rightarrow P(k) \sim 2m^{1/\beta} k^{-\gamma}, \quad \text{with } \gamma = \frac{1}{\beta} + 1 = 3$$

Albert R, Barabási A L. Statistical mechanics of complex networks[J]. Reviews of modern physics, 2002, 74(1): 47. 引用数: 13663/2014.5.8

20

## 随机ER图

- 节点度为  $x$  的概率为:  $p(x)$
- 概率之和,  $\sum_x [p(x)] = 1$
- 平均节点度,  $E(x) = \sum_x [xp(x)]$ , 有固定值
- 熵:  $S = -k \sum_x [p(x) \ln(p(x))]$
- 最大熵为系统平衡态:
  - $S + a \sum_x [p(x)] + b \sum_x [xp(x)]$ , 最大, 或
  - $-k \sum_x [p(x) \ln(p(x))] + a \sum_x [p(x)] + b \sum_x [xp(x)]$
  - 即,  $k \ln(p(x)) + a - k + bx = 0$
  - 或:  $p(x) = d \exp(-cx)$

21

## Tchallis随机图

$$\ln_q(x) = \begin{cases} \frac{x^{1-q} - 1}{1-q} & \text{if } q \neq 1, \\ \ln(x) & \text{if } q = 1. \end{cases} \quad c_q(x) = \begin{cases} [1 + (1-q)x]^{1/(1-q)} & \text{if } q < 1 \text{ and } 1 + (1-q)x > 0, \\ 0 & \text{if } q < 1 \text{ and } 1 + (1-q)x \leq 0, \\ \exp(x) & \text{if } q = 1, \\ +\infty & \text{if } q > 1. \end{cases}$$

$$S_q = -k \sum_x [p(x) \ln_q(p(x))]$$

$$S_q = k \frac{1 - \sum_{i=1}^W p_i^q}{q-1} \left( \sum_{i=1}^W p_i = 1; q \in \mathcal{R} \right) \quad \sum_{i=1}^W p_i c_i = U$$

$$p_i = \frac{[1 - (q-1)\beta^* c_i]^{1/(q-1)}}{\sum_{j=1}^W [1 - (q-1)\beta^* c_j]^{1/(q-1)}}$$

$$p(x) \sim x^{-a}$$

$$p(x) = d \exp(-cx)$$

BA/BGS统计

22

## Tchallis统计的物理意义

- 时间周期是指数缩短的?
- 用户数是指数或指数的指数增长的?
- 或者其他未知的因素?

23

## 课程内容汇总

通信网技术	理论方法及应用	网络理论新问题
<ul style="list-style-type: none"> <li>一 通信网结构</li> <li>二 业务与承载</li> <li>三 控制与信令</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>四 图理论</li> <li>五 路由与寻址</li> <li>六 最优化理论</li> <li>七 网络规划</li> <li>八 排队理论</li> <li>九 网络性能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>十 重叠网络</li> <li>十一 复杂网络</li> <li>十二 社会网络</li> </ul>

24

## 网络的理论问题及对象

通信系统	运营系统	纵横互联
<ul style="list-style-type: none"> <li>以用户透明的信息表征,</li> <li>承载并传送通信业务;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以成本约束的组织体制,</li> <li>规划和调度网络资源;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以形式化的封装接口,</li> <li>部署和开放业务能力。</li> </ul>

25