



算法设计与分析

东南大学计算机学院 方效林

课程说明

- 课程编号: S009101
- 授课学时: 54学时(1至18周, 3学时/周)
- 课程分类: 专业基础
- 考核形式:
 - 期末笔试80%+平时成绩20%
- 作业:
 - 从布置作业起, 到下一次课前两天(周六23:00)
 - 电子版, 发送到homeworkseu@163.com
 - 文件命名(04012501_肖迪), 文件格式(.pdf、.doc、.docx、.jpg), 大小≤500K
- 联系方式
 - 计算机楼212
 - 电话: 13951855973
 - Email: xiaolin@seu.edu.cn

教材与参考书

- **算法导论**(MIT第2/3版). Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein.
- **算法设计**. Kleinberg J., Tardos E. 清华大学出版社(张立昂等译)
- **计算机算法基础**. 沈孝钧. 机械工业出版社
- **算法设计技巧与分析**. M. H. Alsuwaiyel. 电子工业出版社影印本(方世昌等译)



引言

东南大学计算机学院 方效林

课程主要内容

- 在计算机应用中经常遇到的问题和求解的算法
- 设计算法基本原理、技巧以及算法复杂性分析
 - 分治法
 - 动态规划法
 - 贪心法
 - 网络流
 - 搜索
 - 近似算法
 - NP-完全性
 - 随机算法
 - 在线算法

课程目的

- 具备抽象描述、解决实际问题的能力
- 学会运用算法设计与分析的典型方法进行算法的设计
- 具备分析算法效率的能力。

算法的重要性

- 有超过1/3的Turing奖获奖者，其成果与算法有关
- 图灵奖于1966年开始设立，是ACM (美国计算机协会) 在计算机科学技术领域中所授予的最高奖项



图灵奖获得者

- 1972, Edsger W.Dijkstra
 - 求最短路径的Dijkstra算法,
 - PV操作,
 - 解决了“哲学家聚餐”问题
 - 第一个Algol 60编译器
 - 结构化程序设计,
 - “goto有害”等



图灵奖获得者

- 1974, Donald E. Knuth (stanford)
 - 算法最早的奠基人之一(计算机程序设计艺术)
 - 现代“算法”与“数据结构”名词及内涵的提出,
 - KMP算法, LR(k)文法, Tex编辑器等



图灵奖获得者

- 1976, Michael O.Rabin (以色列) & Dana S.Scott (英) 师兄弟 (导师A.Church)
 - 非确定有穷自动机的提出、判定问题等
 - Rabin: 计算复杂性概念的雏形、随机算法的思想奠定、寻找及判定素数算法, 单向函数等
 - Scott: 语义学等。



图灵奖获得者

- 1978, Robert W.Floyd (美)
 - 求最短路径的Floyd算法, Heap-sort算法等
 - 编译及优化 (优先文法等)
 - 程序正确性证明等



图灵奖获得者

- 1980, C. Anthony R. Hoare (英)
 - 1983年ACM评出的1/4世纪最有影响的25篇论文中，Hoare与Dijkstra有两篇入选 (其余人只有一篇)
 - 算法的代表作：Quick-sort算法，
 - 程序设计 (CASE、While语句等)，数据通信等



图灵奖获得者

- 1982, Steven A. Cook (加Toronto大学)
 - “NP-完全”概念的提出与理论的奠定, 算法复杂性



图灵奖获得者

- 1984, Niklaus Wirth (瑞士苏黎世高工)
 - “程序=算法+数据结构”，结构化程序设计创始人
 - “Pascal之父”，数据结构，Extended BNF等



图灵奖获得者

- 1985, Richard M.Karp (UC-Berkeley):
 - 分枝限界法的创始人（与Held），
 - Rabin-Karp子串匹配算法，
 - 求网络最大流的Edmonds-Karp算法，
 - NP-完全理论（Karp规约等），随机算法，并行算法等



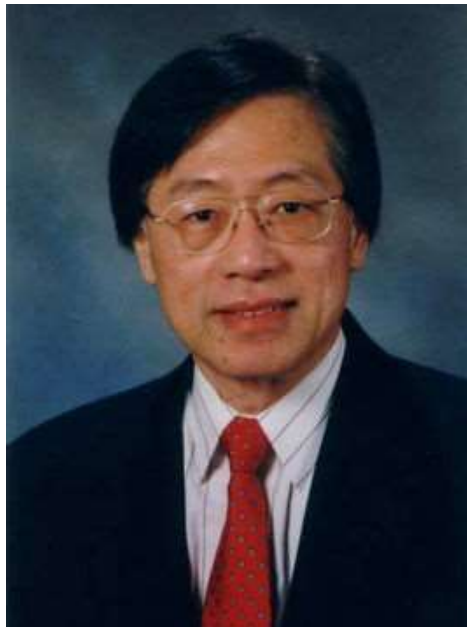
图灵奖获得者

- 1993, Juris Hartmanis (Cornell) & Richard E. Stearns (Albany)
 - 计算复杂性理论的主要奠基人
 - Hartmanis: Hartmanis矩阵乘法, Hartmanis快速离散傅立叶变换
 - Stearns: 首先提出将上下文无关文法理论应用于编译器设计等



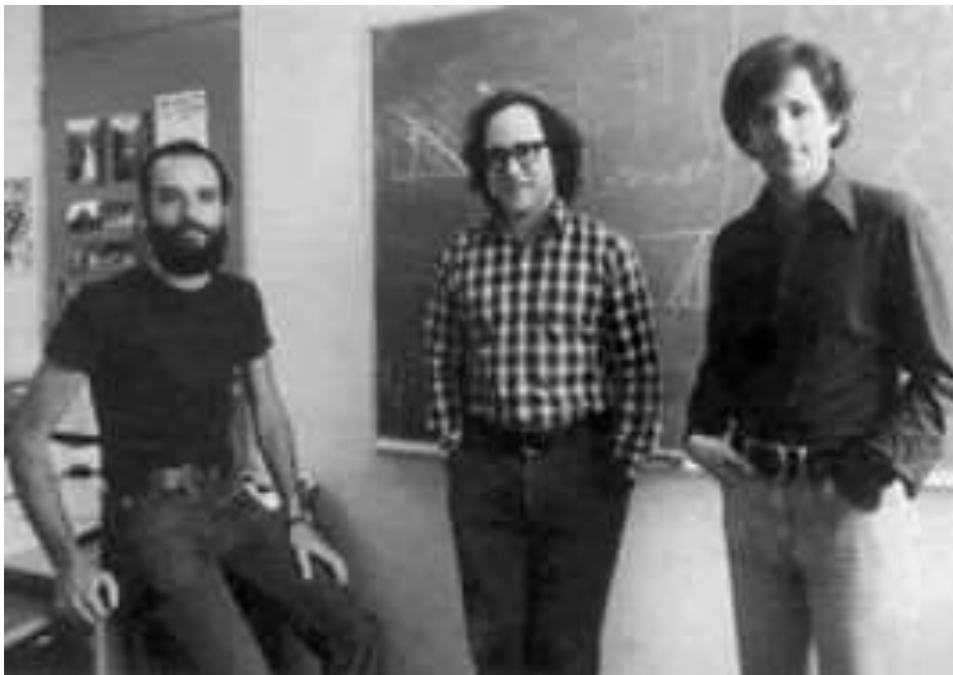
图灵奖获得者

- 2000, Andrew Yao(姚期智)
 - 唯一华裔图灵奖获得者
 - 计算复杂性, 量子计算, 密码学(e.g. 单向函数)、通信理论等



图灵奖获得者

- 2002, Ronald L. Rivest, Adi Shamir, Leonard M. Adelman:
 - 公共密钥算法(RSA算法是当前在互联网传输、银行以及信用卡产业中被广泛使用的安全基本机制)



算法的相关概念

- 是对特定问题求解步骤的一种描述，是指令的有限序列。
- 具有下列5个特性：
 - 有穷性：算法有限步结束，指令有限时间完成
 - 确定性：每条指令都是明确的、无二义的
 - 可行性：每条指令都能够被执行
 - 输入：有0个或多个输入量
 - 输出：有1个或多个输出量

算法的正确性分析

- 一个算法是正确的, 如果它对于每一个输入都最终停止, 而且产生正确的输出
 - 不正确算法:
 - 不停止(在某个输入上)
 - 对所有输入都停止, 但对某输入产生不正确结果
 - 近似算法
 - 对所有输入都停止
 - 产生近似正确的解或产生不多的不正确解
 - 调试程序 \neq 程序正确性证明
 - 程序调试只能证明程序有错,
 - 不能证明程序无错误!

算法好坏的衡量尺度

- 最初，用所需计算时间来衡量算法的好坏
- 但不同的机器相互之间无法比较
- 故需要用独立于具体计算机的客观衡量标准
 - 问题的规模
 - 基本运算
 - 算法的计算量函数

算法好坏的衡量尺度

- 时间复杂度
 - 基本运算（原子操作）执行次数
- 空间复杂度
 - 需要的存储空间大小

算法好坏的衡量尺度

■ 问题的规模

- 一个或多个整数，作为输入数据量的测度
- 数组的长度 (数据项的个数)
 - 问题：在一个数组中寻找X
- 矩阵的最大维数 (阶数)
 - 问题：求两个实矩阵相乘的结果

■ 输入规模通常用n来表示

- 也可有两个以上的参数，如图中的顶点数和边数 (图论中的问题)

算法好坏的衡量尺度

■ 基本运算

- 解决给定问题时占支配地位的运算
- 在一个表中寻找数据元素x
 - x与表中的一个项进行比较
- 两个实矩阵的乘法
 - 实数的乘法(及加法) $C=AB$ 则 $c_{ij}=\sum a_{ik}*b_{kj}$
- 将一个数组进行排序
 - 数组中的两个数据项进行比较

算法好坏的衡量尺度

■ 基本运算

- 通常情况下，讨论一个算法优劣时，我们只讨论基本运算的执行次数
- 因为它是占支配地位的，而其它的运算可以忽略不计

算法好坏的衡量尺度

■ 算法的计算量函数

- 用输入规模的某个函数来表示算法的基本运算量
- 该函数称为算法的时间复杂性(度), 一般用 $T(n)$ 或 $T(n,m)$ 等表示
 - $T(n)=5n$, $T(n)=3n*\log n$,
 - $T(n)=4n^3$, $T(n)=2^n$,
 - $T(n,m)=2(n+m)$

最坏情况时间复杂性

- 规模为n的所有输入中，基本运算执行次数最多的时间复杂性
 - 在一个顺序表中寻找数据元素x
 - 顺序查找：最坏情况为 $O(n)$ ；
 - 二分查找：最坏情况为 $O(\log n)$

平均情况时间复杂性

- 规模为n的所有输入的算法时间复杂度的平均值（一般均假设每种输入情况以等概率出现）
 - 在一个顺序表中寻找数据元素x
 - 顺序查找：平均情况仍为 $O(n)$ ；
 - 二分查找：平均情况仍为 $O(\log n)$