



# 高级算法设计与分析

深圳大学计算机与软件学院

卢亚辉

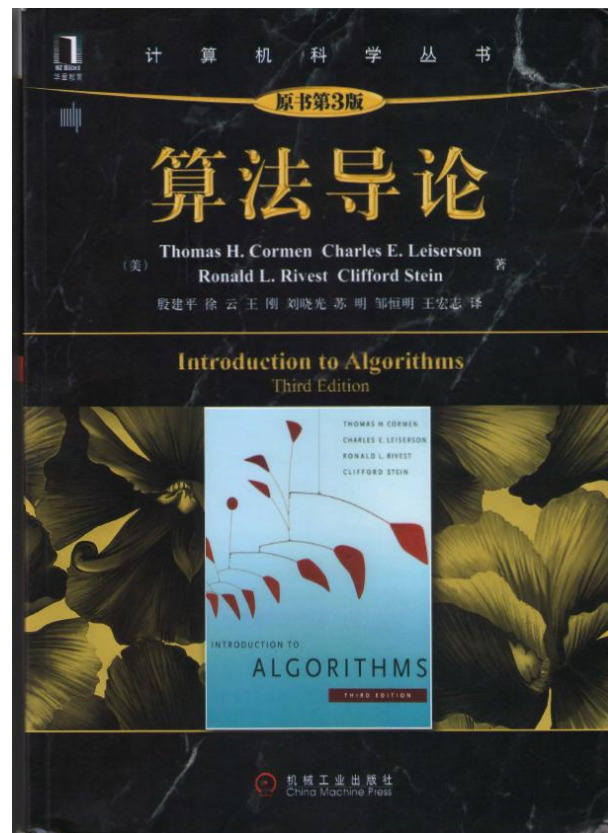


# 基本情况

- 性质：研究生专业课（必修）
- 学时：60（3-0）
- 考核方法：
  - 平时成绩40%
    - 作业、实验、课堂表现
  - 期末60%
    - 考试或者大作业方式

# 教材

- 书名：算法导论（第三版）
- 著者：Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, and Ronald L. Rivest
- 译者：殷建平、徐云等
- 出版社：机械工业出版社
- 出版日期：2013-01
- 优点：详细、严谨
- 缺点：枯燥
- 建议直接读英文版，用中文版作为辅助



# 主要参考书



- 算法导论 Open MIT Course
  - <http://v.163.com/special/opencourse/algorithms.html>
  - 课程
- 算法设计与分析基础 Anany Levition著，潘彦译
  - 很多谜题
- 算法之道：从无有到无穷，邹恒明
  - 很多有趣的例子
- The Art of Computer Programming, Donald E. Knuth. Volume 1-3, Second Edition.
  - 更大而全的参考手册
- 算法竞赛入门经典，刘汝佳
  - 算法实践
  - Acm竞赛 <http://acm.szu.edu.ch>
- 计算机算法设计与分析（第三版）、课后习题，王晓东



# 主要内容

序号	课程内容	对应课本章节
1	算法基础及函数的增长（6学时）	第1、2、3章
2	概率分析和随机算法（6学时）	第5章
3	递归、分治策略（6学时）	第4章
4	回溯法（6学时）	课本中没有对应
5	贪心算法（6学时）	第16章
6	动态规划（6学时）	第15章
7	P与NP 问题（6学时）	第34章
8	近似算法（6学时）	第35章
9	排序和顺序统计量（6学时）	第6,7,8,9章
	高级算法设计与分析 卢亚辉	5

# 与本科课程的区别



- 部分重叠：
  - 算法的基本分析
  - 基本的算法设计方法（分治、回溯、贪心、动态规划）
- 加入概率分析、近似算法
- 详细讲解NP完全性
- 不讲“数据结构”“高级数据结构”“图算法”
- 注重深度

# 笔记

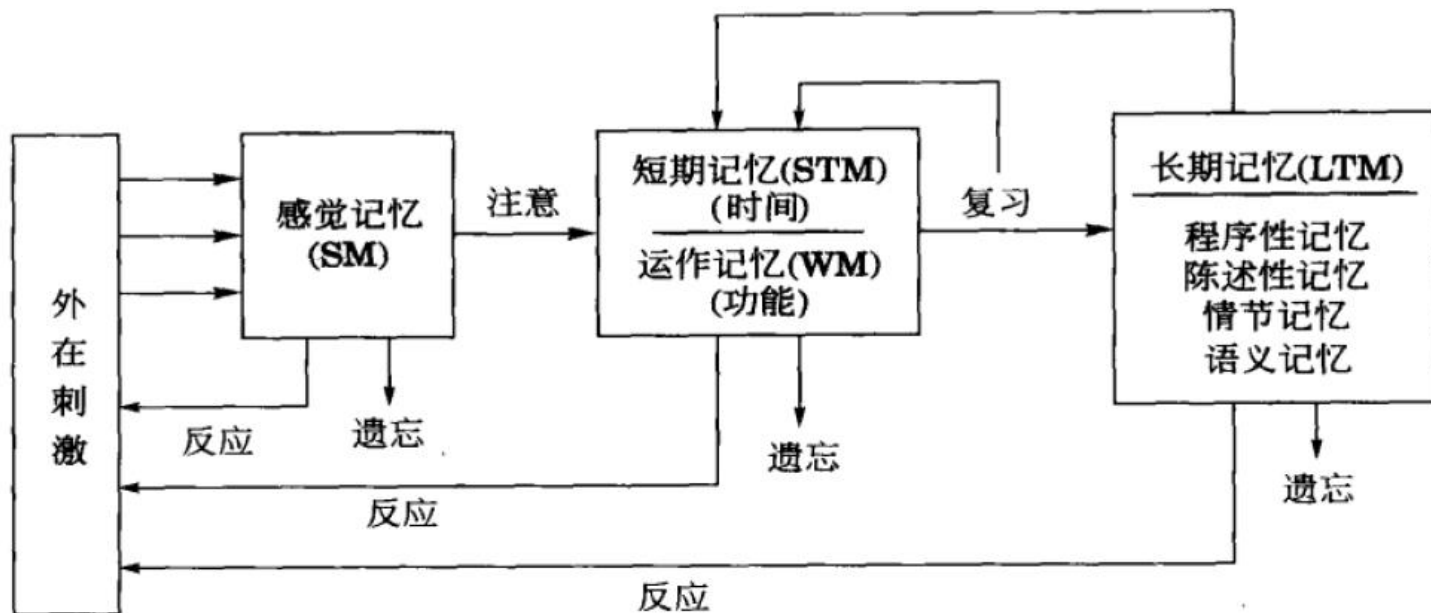


图 6-2 讯息处理中的记忆与遗忘

(根据 Atkinson & Shiffrin, 1968 资料绘制)

- 张春兴《现代心理学：现代人研究自身问题的科学》，第6章

- 感觉记忆：摄像头
  - 形象记忆 1s，声像记忆2s。
  - 如果不注意，则消失。视而不见，熟视无睹。比如硬币，1块钱。
  - 如果不经过程编码，也会消失
- 短期记忆：内存
  - 声码为主：电话号码要读出来，看书读出来
  - 20秒
  - 7个项目左右：电话号码太长记不住，再说一遍。分组。
  - 比如UOYKNAHT，很难记，每个项目之间毫无关联
  - THANKYOU，学过这两个单词的人，很好记，两个项目
- 长期记忆：硬盘
  - 语义 Semantics 得意而忘言
  - 不断重复而将短期记忆变为长期记忆
  - 为什么不能记住熟悉的事物，比如硬币（没有注意）
  - 为什么没有三岁之前的记忆？3岁前，还没学会语言，记忆无法以语言的方式存储。



- 讲了这么多关联的东西之后，大家还记得多少？
- 下周再来提问，大家还记得多少？有实验，一周后，大家连记忆的原理图也画不出来了。
- 一句话：要记笔记

# 从腾讯的一道面试题说起



...

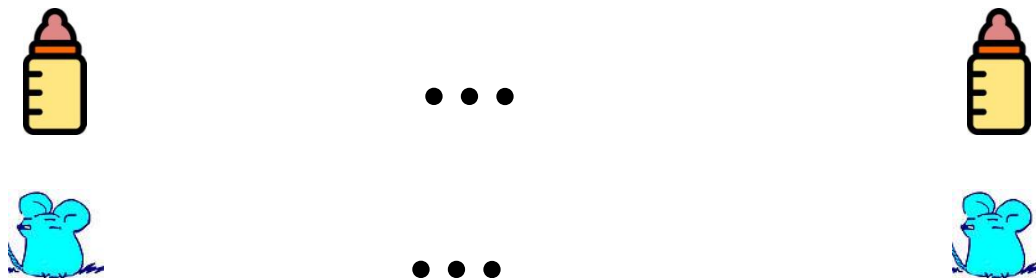


...



有1000瓶水,其中有一瓶有毒,小白鼠只要尝一点带毒的水24小时后就会死亡,至少要多少只小白鼠才能在24小时时鉴别出那瓶水有毒?

# 思路1：转换



- Naïve 1000
- 稍微改进 999
  - 喝999瓶，都没死就是剩下的一瓶有毒
- 问题转换：如何从0~999中找到特定的数字？
  - 查找问题：折半查找
  - 1只老鼠喝0-499，死了（0-499），没死（500-999）
  - 效率 $\log_2 n$ ，需要 $\log_2 1000 = 10$ 只
  - 问题：要等到24小时后才能继续做实验，需要10天。如何提高时间效率？

# 思路2： 规模



- 1瓶： 1只老鼠
- 2瓶： 1只老鼠
- 3瓶： 2只老鼠
- 4瓶： 2只（A， B）

A喝0, 1	死 (0, 1)	B喝0	死	0	00
	死 (0, 1)		没死	1	01
	没死 (2, 3)	B喝2	死	2	10
	没死 (2, 3)		没死	3	11

- A喝0, 1; B喝0, 2

- 8瓶呢？3只老鼠

A-0123	死	B-01	死	C-0	死	0			
					没死	1			
			没死	C-2	死	2			
					没死	3			
	没死	B-45	死	C-4		4			

- A喝0123，B喝0145，C喝0246
- 基于决策树设计方案
- 1000个瓶子10个老鼠的方案如何快速设计？

A喝0, 1	死 (0, 1)	B喝0	死	0	00
	死 (0, 1)		没死	1	01
	没死 (2, 3)	B喝2	死	2	10
	没死 (2, 3)		没死	3	11

- A喝0, 1; B喝0, 2
- 有没有其他方案? 共有多少种方案? 某种方案行不行?
- A-23, B13行不行?
- A-23, B02行不行?
- A-01, B-13行不行?

# 快速设计方案



- 4瓶水，2只老鼠：A喝0，1；B喝0，2

瓶子号		A	B	AB
0	00	Y	Y	YY
1	01	Y	N	YN
2	10	N	Y	NY
3	11	N	N	NN

- 方案1：0—Y，1—N
- 方案2：0---N，1---Y
- 方案3：A 0—Y，1---N，B 0—N，1—Y
- 方案4：A 0—N，1---Y，B 0—Y，1—N

# 算法就是解决问题的方法



- 如何利用最少的小鼠检验水，这是一个实际问题，我需要设计一个算法进行求解——**算法设计**
- 我是如何设计这个算法的？——**算法思想**
- 我的这个算法效率如何？——**算法分析**
  
- 本课程希望你掌握：
  - ◆ 一个问题如何利用现有算法求解？
  - ◆ 如果利用已有算法的思想创造新算法求解问题？
  - ◆ 对设计好的算法如何评价性能？





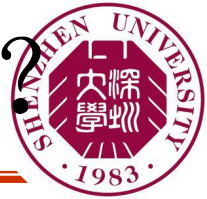
# 为什么要学习算法？

- 受过良好训练的计算机科学家知道怎样处理算法：  
如何构造算法、操作算法、理解算法及分析算法——算法是计算机科学的基石；
- 程序=数据结构+算法——算法是解决实际问题的手段
- 将知识表示为算法，把知识教授给计算机；

**授人以鱼，不如授人以渔**

**一个人只有把知识教给“计算机”，才能“真正”掌握它。**

# 为什么要学习算法设计与分析？



- 《数据结构与算法》课讲述过一部分，为什么还要学《算法设计与分析》？
- 初级目标：掌握更多解决问题的方法（算法）
- 中级目标：
  - 掌握算法设计的思想（分治、贪心、回溯…）
  - 掌握算法分析方法
- 高级目标
  - 拓展思路
  - 提升数学水平，理解为什么Computer可以称为Science（只学一点编程，那叫Engineering或者Technology）

# 算法分析



- 算法分析是指对算法所需的时间和空间等资源进行预测途径(狭义)
  - 理论/数学上的分析
  - 经验/计算机上的执行情况
- 广义
  - 效率分析：时间复杂度、空间复杂度
  - 正确性分析：算法为什么是正确的？
  - 可读性：有些算法容易理解，有些则不
  - 健壮性分析Robust：算法对不合理数据输入的反应能力和处理能力
  - 可伸缩性Scalability：规模增大之后，算法是否还能正常工作？
  - ...

# 拓展思路



- 同一个问题会有多个不同的算法
  - 排序问题：冒泡、快排、归并、基数...
- 有些问题可以进行转换
  - 规约：把未知问题转换到已知问题
- 缩小规模进行尝试，逐步扩大规模
- 有些问题就不可能解决（哥德尔不完全定理、图灵停机问题）
- 有些问题理论上可以解决，实际不可行（PvsNP问题）

# 广义的算法



1. **（古代谜题）** 一个农夫在河边带了一只狼、一只羊和一筐白菜。他需要把这3样东西用船带到河的对岸。然而，这艘船只能容下农夫本人和另外一样东西（要么是狼，要么是羊，要么是白菜）。如果农夫不在场的话，狼就会吃掉羊，羊也会吃掉白菜。请为农夫解决这个问题，或者证明它无解（为了有助于解决这个问题，我们假设这位农夫是一个不爱吃白菜的素食主义者，所以他既不吃羊也不吃白菜。而且，我们也不要假设这只狼是一种保护动物）。
2. **现代谜题** 有4个人打算过桥，他们都在桥的某一端。我们有17分钟让他们全部到达大桥的另一头。时间是晚上，他们只有一只手电筒。最多只能有两个人同时过桥，而且必须携带手电筒。必须步行将手电筒带来带去，即扔来扔去是不行的。每个人走路的速度是不同的：甲过桥要用1分钟，乙要2分钟，丙要5分钟，丁要10分钟。两个人一起走的速度等于其中较慢的人的速度。例如，如果第一次让甲和丁一起过桥，当他们到达大桥的另一端的时候，已经消耗10分钟了。如果再由丁带回手电筒，一共20分钟就过去了，这样，任务就以失败告终。（注意，根据网上传言，西雅图附近一家著名软件公司的主考官就是用这个问题考面试者的。）