



《算法设计与分析》

—基于计算教学论的解析

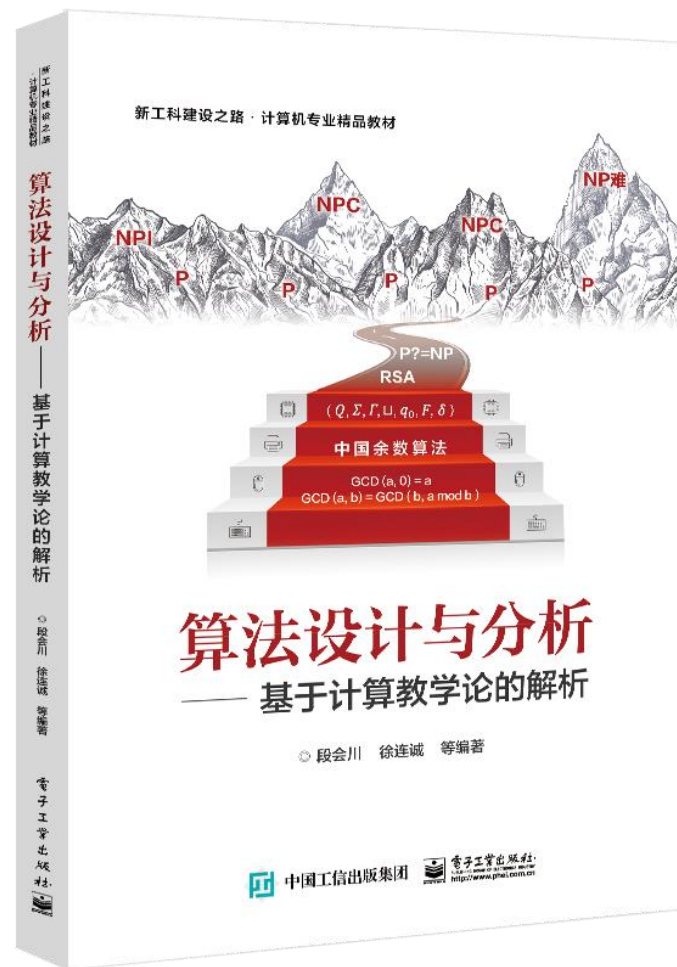
第1章 算法及其可视化教学支持系统

山东师范大学信息科学与工程学院
《算法》教学组

教材

□ 算法设计与分析 ——基于计算教学论的解析

- 段会川、徐连诚、杜萍、戚萌、王金玲编著
- 电子工业出版社
- 2022年8月第1版
- 432页
- ISBN: 9787121440519



第1章 算法及其可视化教学支持系统

◆ 导语：算法权威著作…… P1。

- 1.1 初识算法：Euclid GCD算法
- 1.2 算法的定义
- 1.3 算法的描述方法
- 1.4 可视化算法学习的支持工具
- 1.5 使用现代版C++进行算法实验
- 1.6 算法国粹——《九章算术》中的二进制GCD算法

1.1 初识算法：Euclid GCD算法

◆ 导语：本节将介绍号称人类历史上第一个算法的Euclid GCD算法… … P1

□ 1.1.1 GCD 及因子分解方法（P1-2）

■ 定理1-1（除法定理）

□ 底函数、顶函数、整除与不能整除、约数、素数与合数、公约数、最大公约数、最大公约数问题

■ 定理 1 2（算术基本定理即唯一素因子分解定理）

■ 求解GCD的因子分解方法及示例

1.1 初识算法：Euclid GCD算法

□ 1.1.2 Euclid GCD算法

◆ 导语：早在公元前300年…… P3

- 定理 1-3（Euclid GCD定理）
- 算法 1-1 Euclid GCD算法

表 1-1 Euclid GCD 算法的计算示例

No	a	b	$q = \lfloor a/b \rfloor$	r
1	98	56	1	42
2	56	42	1	14
3	42	14	3	0
4	14	0		

1.2 算法的定义

◆ 导语：算法是在理论方法和实验方法之外的第三种科学方法…… P3

□ 1.2.1 算法是一种求解问题的科学方法P4

■ 科学的理论方法

□ 牛顿万有引力定律： $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 。

□ 爱因斯坦广义相对论方程： $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + g_{\mu\nu}\Lambda = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$ 。

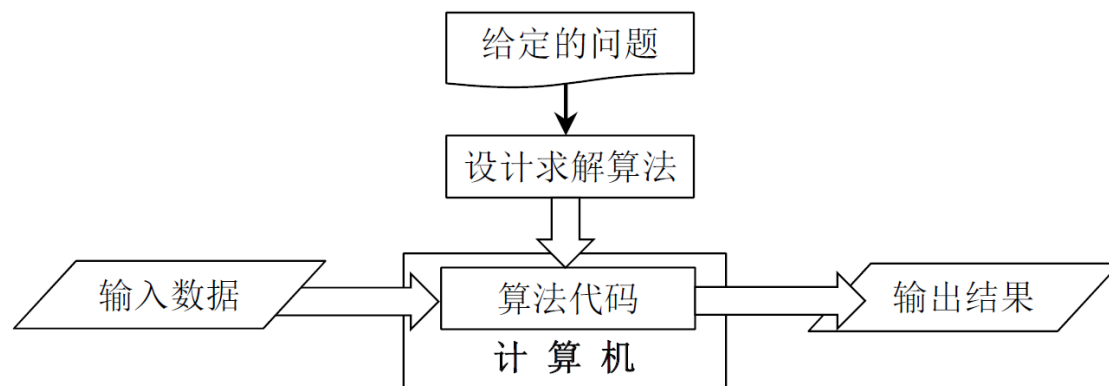
■ 科学的实验方法：

□ 2015年9月14日引力波的探测发现，图1-1， P4。



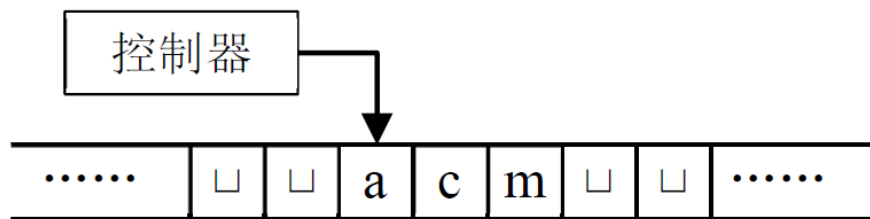
1.2.2 算法的克努特定义P5

- 公认的通俗意义上的算法定义，是唐纳德·克努特（**Donald E. Knuth**，中文名高德纳）在其计算机领域的圣经的著作《计算机程序设计艺术》中的定义：
 - 算法是一组有穷规则的集合，这些规则给出了求解特定类型问题的运算序列。它具有五个重要特性，即有穷性（**Finiteness**）、确定性（**Definiteness**）、有效性（**Effectiveness**）、输入（**Input**）和输出（**Output**）。
- 用算法求解问题的基本模式（图1-3，P5）：



1.2.3 算法的图灵机定义P6-7

- 要严谨地定义算法，首先要定义计算模型。
 - 图灵机模型是所有计算模型中最好理解因而也被广泛接受的模型。它是艾伦·图灵(Alan M. Turing)1936年提出的。



(a) 图灵机的原理示意图

◆ 图1-4 图灵机的示意P7

◆ 定义1-10 图灵机的形式化定义

◆ 定义1-11 算法的图灵机定义



(b) 图灵机的艺术化示意图^[8]

1.3 算法的描述方法

◆ 导语：从理论上说，要描述一个算法就应该描述其对应的图灵机， ... P8

- 1.3.1 算法的自然语言描述方法
- 1.3.2 算法的流程图描述方法
- 1.3.3 算法的伪代码描述方法
- 1.3.4 算法的现代版C++描述方法
- 1.3.5 设计算法求解问题的基本过程

1.3.1 算法的自然语言描述方法P8

- ❑ 算法 1-2 Euclid GCD算法之自然语言描述P8
- ❑ 算法 1-3 Euclid GCD算法的思想描述P8

1.3.2 算法的流程图描述方法P8-9

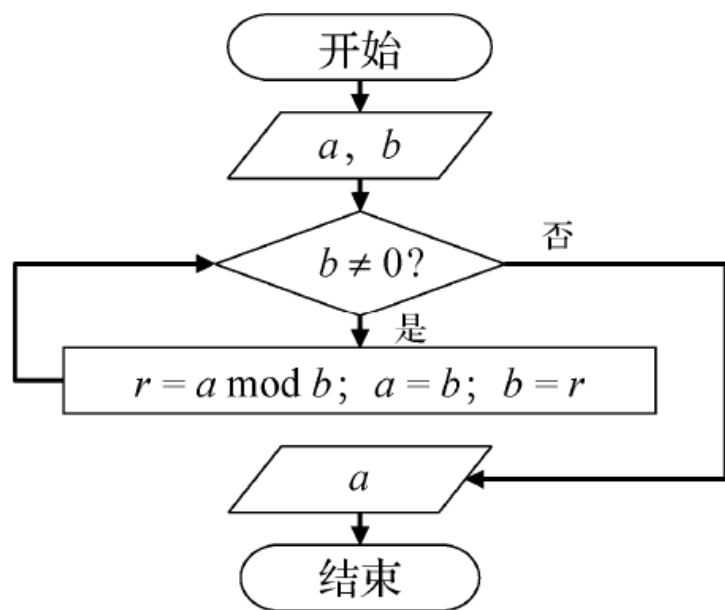



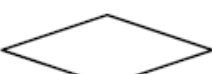



图 1-5 Euclid GCD 算法的流程图

表 1-2 常用的基本流程图符号及其意义^[10]

符 号	意 义
	圆角矩形框表示流程的开始和结束
	平行四边形框表示输入、输出操作
	矩形框表示基本运算或操作
	菱形框表示根据条件判断执行不同的分支
	圆形和锥形符号用于页内和页间的连接

◆ 流程图的最大特点… … P8

1.3.3 算法的伪代码描述方法P9

□ 定义1-12（伪代码） P9

■ 伪代码描述规范P9。

算法 1-4 Euclid GCD 算法的规范化伪代码

输入：整数 $a > 0, b \geq 0$ // a 和 b 不能同时为 0

输出： a 与 b 的 GCD

1. while $b \neq 0$
2. $r = a \bmod b$; $a=b$; $b=r$
3. end while
4. output a

1.3.4 算法的现代版C++描述方法P10

- ❑ 算法描述到实现间的困难（P10，第2段）
- ❑ 现代版C++(Modern C++) 解决了算法描述到实现间的困难（P10，第3段）
- ❑ 算法 1-5 Euclid GCD 算法的C++ 代码， P10
- ❑ 描述算法的权威且被普遍接受的方法仍然是伪代码描述方法， P10

1.3.5 设计算法求解问题的基本过程P10-12

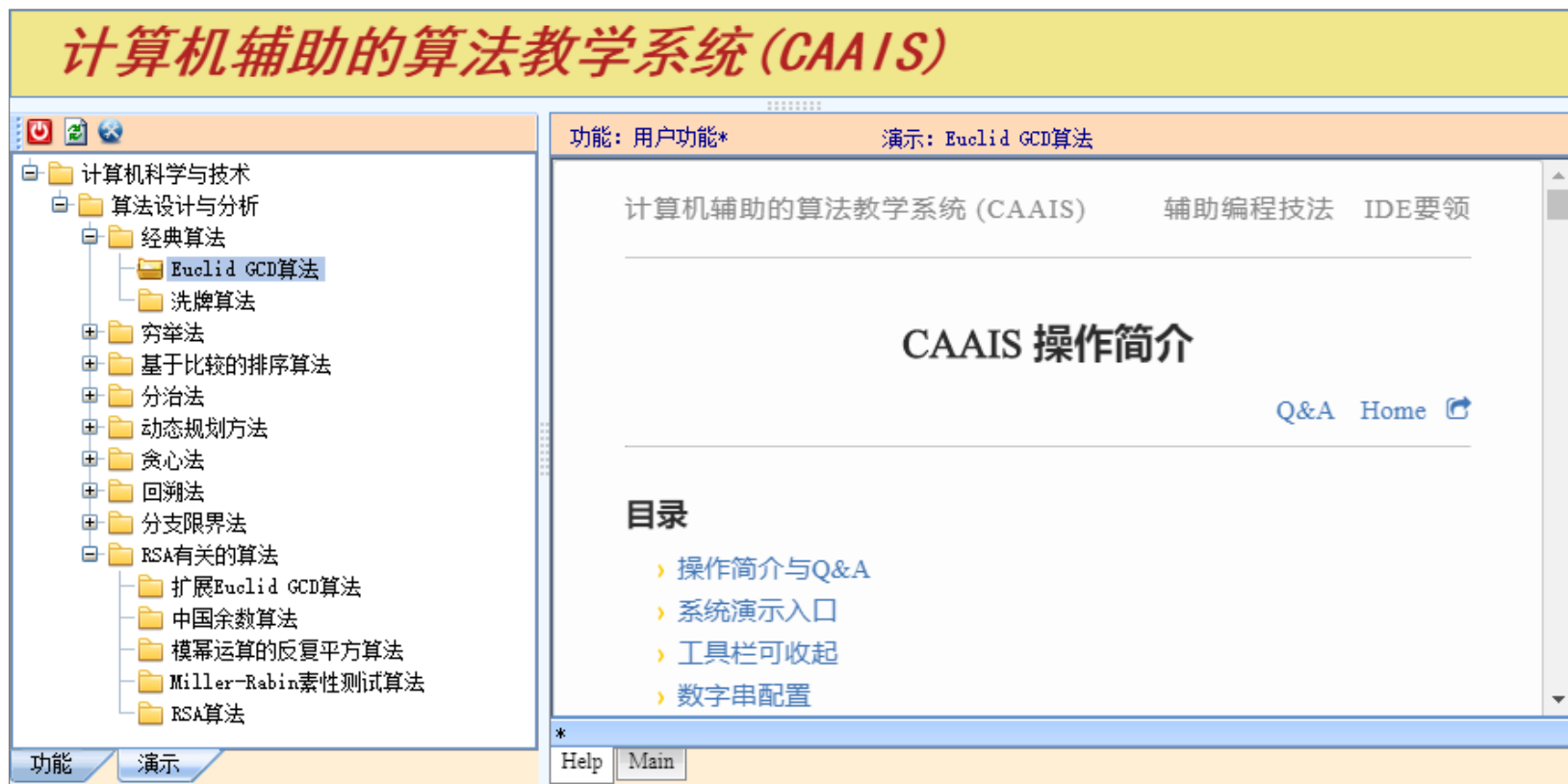
- 1. 问题定义
- 2. 算法设计思想描述
- 3. 算法的伪代码描述
- 4. 算法的正确性证明
- 5. 算法的复杂度分析
- 6. 算法的实现及运行测试

◆ 证明算法正确性的常用方法是数学归纳法。

1.4 可视化算法学习的支持工具

◆ 导语：CD-AV演示及其承载系统CAAIS，P12

□ 1.4.1 CAAIS的基本界面及其功能



◆ 图 1-6 CAAIS 系统的基本界面，P13

1.4.1 CAAIS的基本界面及其功能



◆ 图 1-7 CAAIS 的“功能”选项卡，P13

1.4.2 算法CD-AV演示的基本操作

❑ 双击演示列表中的一个算法可以打开其所对应的CD-AV界面

Euclid GCD算法

System

配置

数字串

典型 1071,462(Wikipedia: Euclidean algorithm)

个数 1071,462

输入 随机 等值 升序 降序

历史显示

字号 中

交互 30%

动画 Off

更新

Euclid's GCD Algorithm

2/3 1/1 6

Next step

No	a	b	r	T(n)	Act
Calculate the remainder r.					
3	462	147	21	2	⊗
Calculate the remainder r.					
3	462	147	21	2	⊗
Calculate the remainder r.					
3	462✓	147✓	88X	2	2/3
Update a and b.					
2	462	147	147	1	⊗

Step: Calculate the remainder r.

a:462;b:147;r:21

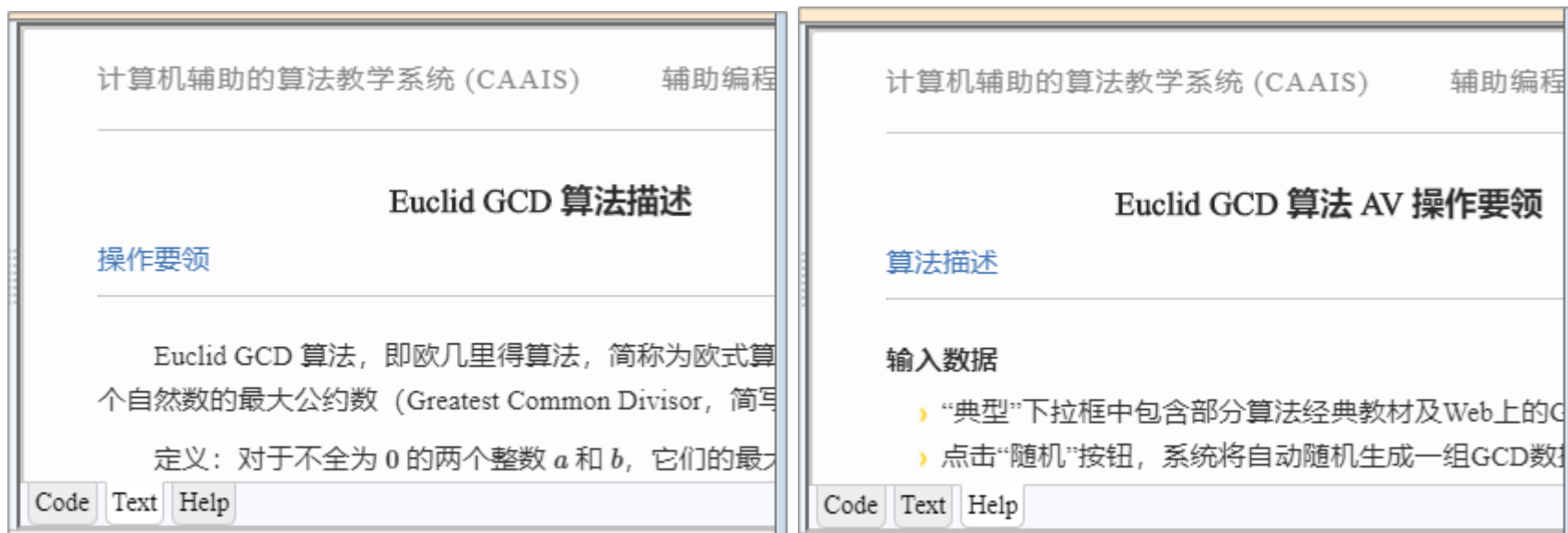
```
1 #include <stdio.h>
2 namespace NS_EuclidGCD {
3
4     int EuclidGCD(int a, int b)
5     {
6         int r;
7         while (b) { «1»
8             r = a % b; «2»
9             a = b;
10            b = r;
11        }
12        return a;
13    }
14 }
```

Code Text Help

◆ 屏幕布局、控制面板、AV演示区、交互操作、辅助区，P13-14

◆ 图 1-8 Euclid GCD 算法的AV 演示， P14

1.4.2 算法CD-AV演示的基本操作



◆ 图 19 算法描述页 (Text) 与算法AV演示帮助页 (Help), P14

CAAIS系统的访问

1. CAAIS部署在学校内网

- 网址: <http://172.29.11.14/CD/FrmMain.wgx>
- 账户: 学号, 初始密码: **EuclidGCD**

2. 从外网访问需要安装和使用VPN客户端

- VPN客户端见QQ群, 或:
<https://webvpn.sdu.edu.cn/enlink/static/download/index.html>
- 使用校园网账户和口令登录



1.5 使用现代版C++进行算法实验

◆ 导语：使用现代版C++描述算法的优势， P15

□ 1.5.1 现代版C++的算法实验环境建议 P15

- Microsoft Visual C++

- Code::Blocks

- 进行算法实验要特别注意P16-17

 - 工程化的编程思维

 - 断点调试技术

- 良好的C++资源站： `cplusplus`、 `cppreference`

1.5.2 算法的现代版C++实现方式—以Euclid GCD算法为例

- 参考：附录1-1 Euclid GCD算法P372
- 代码结构：P16
- 两个重要特征：P16
 - 1.使用命名空间防止名字冲突
 - 2.使用预置数据提高代码测试效率

作业-01

◆ 作业模板及说明，教材19页上的作业提交说明仅供参考。

1. CAAIS作业

- ① 仔细学习CAAIS的操作简介、Q&A及其他帮助信息。
- ② 在CAAIS中用两组数据进行Euclid GCD算法的演示练习。
- ③ 在CAAIS中用两组数据，其中1组数据的两个值要求都大于2000，对Euclid GCD算法进行30%的交互练习，并保存结果。

2. 手写作业

- ① 给出Knuth的算法定义。
- ② 制作Euclid GCD的手算表格，从1035与759、1125与300中选择一组数，完成Euclid GCD算法的计算。

CAAIS作业的目的是帮助学习，因而交互作业只要达到80%的正确率就算通过。同学不必因追求100%的交互正确率而费时和纠结。

3. 编程作业

- ① 编程实现Euclid GCD算法，对于给定的一组数据，将运算过程中每一步的a、b和r输出，以实现上述手算表格的效果。

- ◆ 尽管课程采用现代C++描述和讲授算法，但并不要求同学一定用现代C++进行代码实现。
- ◆ 同学尽可选择自己喜欢的编程语言进行算法代码实现和完成作业。

The End

Thanks!