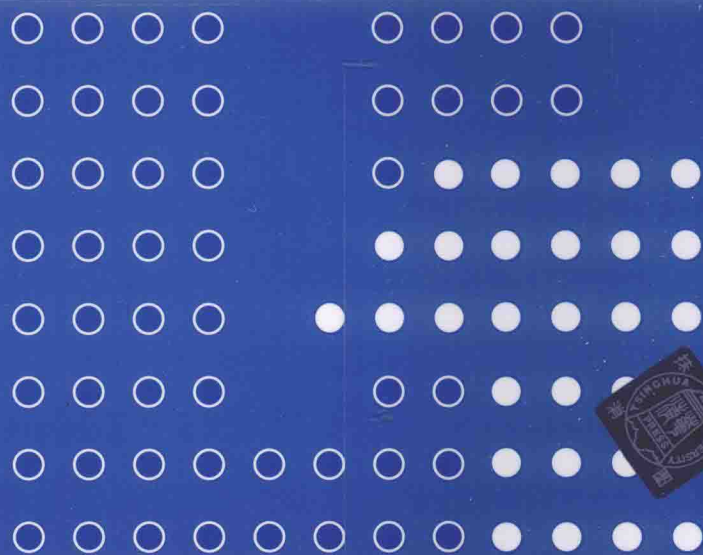


计算机系列教材

计算机导论



黄英 崔少国 曹琼 编著

清华大学出版社

计算机系列教材

黄贤英 崔少国 曹琼 编著

计算机导论

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用层次化结构介绍计算机系统的构成部分和基本知识,围绕信息表示、硬件构成、程序设计、操作系统、网络通信和应用软件等内容,自底向上逐层介绍,清晰地勾画出计算机系统的整体框架,并介绍与计算机相关的基本技能和基础知识。

本书内容涉及广泛,知识面宽,既可作为计算机及相关专业“计算机导论”课程的教材,又可作为计算机基础入门读物和非计算机专业人员了解计算机学科的参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机导论/黄贤英,崔少国,曹琼编著. —北京:清华大学出版社,2015
计算机系列教材

ISBN 978-7-302-41076-8

I. ①计… II. ①黄… ②崔… ③曹… III. ①电子计算机—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 173307 号

责任编辑:张 玥

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:565 千字

版 次:2015 年 11 月第 1 版

印 次:2015 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

产品编号:063477-01

如何构建计算机专业的综述性导引课程,引导计算机专业的大一新生逐步步入计算机科学的殿堂,一直是一个激烈争论的话题。作为一名计算机科学与技术专业的学生,进入大学校门时就希望了解该专业及其学习内容。他们常常会问:什么是计算?计算的本质是什么?计算机为何能进行计算?能否设计功能更强大的计算机?在未来4年的学习生涯中将学到什么?自己将来可以成为怎样的人?社会对我们的要求是什么?该专业能从事哪些工作?自己如何成为社会需要的人才?

本书的写作目的是认知和导学。试图从学生最关心的问题入手,通过对计算和计算机的系统化和科学化描述,让学生理解和掌握计算的基本原理和根本问题,以及解决问题的思维模式与方法论,培养学生的系统化思维方式,引导学生认识和学习专业知识。

本书以计算机求解问题为背景,采用层次化的方式深入探讨计算机系统的构成与工作原理。围绕信息表示、硬件构成、程序设计、操作系统、网络通信和应用程序6层内容,自底向上逐步介绍,清晰地勾画出计算机系统的整体框架,系统地介绍专业核心知识、历史、思想和解决问题的方法,帮助读者领悟各分层中的基本思想及发展趋势,为有志于IT行业的读者奠定学习基础,铺设深入学习专业理论的桥梁。

本书内容丰富,图文并茂,知识面宽,涉及计算机系统的所有层次,有一定的深度和广度。在写作上有以下特色:

(1) 兼顾内容的广度与深度。通过对计算机系统分层,描述了计算机系统的各个构成部分及各部分涉及的基本知识和基本原理,为培养系统能力和全局观打下基础,导引后续课程的深入学习。

(2) 兼顾知识讲解与思维训练。通过日常生活中的例子或问题引入相关知识点和术语,强调问题抽象与求解,以及如何从小问题的求解方式推演到复杂问题的求解,通过思维贯通展现计算思维的魅力。

(3) 兼顾历史性与新颖性。通过对计算机系统各部分的历史发展与演变、现在流行的技术与设备、未来展望的介绍,让读者了解计算机系统是如何发展的,激发其对未来的探索与兴趣。

本书由黄贤英、崔少国、曹琼编著,并得到了重庆理工大学教材出版专项资金资助。杨武、范伟、王勇、刘恒洋等老师对本书的编写提出了宝贵意见和建议;除所列参考资料

外,本书在编写过程中还参考了大量的书籍和文章,并从互联网上参考了部分有价值的资料,没有一一列举,在此一并表示感谢!

由于作者的知识和写作水平有限,书稿虽几经修改,仍难免有缺点和错误。衷心希望能够得到读者的批评和指正。

作者

2015年8月

FOREWORD

本书是“计算机导论”课程的教学用书,旨在帮助读者了解计算机的发展历史、应用现状、未来趋势,以及计算机系统的组成、工作原理、使用方法和安全常识。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的入门教材,也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

本书共分8章。第1章介绍计算机的发展历史、应用现状和未来趋势;第2章介绍计算机系统的组成和工作原理;第3章介绍计算机系统的层次结构;第4章介绍计算机系统的性能指标;第5章介绍计算机系统的组成和工作原理;第6章介绍计算机系统的组成和工作原理;第7章介绍计算机系统的组成和工作原理;第8章介绍计算机系统的组成和工作原理。

本书由清华大学计算机系教授编写,在编写过程中参考了国内外大量的文献资料,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的入门教材,也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

第 1 章 计算机系统概述 /1

1.1 认识计算机与计算机科学 /1

1.1.1 计算与计算机 /1

1.1.2 计算机科学 /2

1.1.3 计算机科学中的经典问题 /2

1.2 计算机的发展 /9

1.2.1 计算机的前世 /9

1.2.2 计算机的今生 /12

1.2.3 计算机的未来 /16

1.2.4 计算机软件的发展 /20

1.3 计算机系统及其抽象分层 /25

1.3.1 计算机系统的构成 /25

1.3.2 计算机系统的抽象分层 /25

1.4 计算机的特点和分类 /27

1.4.1 计算机的特点 /27

1.4.2 计算机的性能指标 /28

1.4.3 计算机的分类 /30

1.5 计算机与社会 /32

1.5.1 计算机对生活方式的改变 /32

1.5.2 计算机的应用领域 /33

1.6 小结 /35

思考与练习 /35

第 2 章 计算机中的信息表示 /37

2.1 进位计数制 /37

2.1.1 常见的进位计数制 /37

2.1.2 常见进位计数制的数的转换 /39

2.2 计算机中的数据 /42

2.2.1 二进制与计算机 /42

2.2.2 模拟数据和数字数据 /43

2.2.3	数据及其分类	/44
2.3	数值型数据的表示	/44
2.3.1	数值型数据的分类	/45
2.3.2	整数的表示	/45
2.3.3	实数的表示	/46
2.3.4	溢出	/48
2.4	文本表示	/48
2.4.1	文本类型	/48
2.4.2	文本内码	/49
2.4.3	文本输入	/54
2.4.4	文本输出	/56
2.4.5	文本压缩	/58
2.5	图像和图形的表示	/61
2.5.1	颜色表示	/61
2.5.2	图像数字化	/62
2.5.3	数字图像的表示	/63
2.5.4	图像的存储和压缩	/65
2.5.5	图形的表示	/67
2.6	音频信息表示	/67
2.6.1	声音的数字化	/68
2.6.2	音频格式	/69
2.7	视频表示	/70
2.8	小结	/70
	思考与练习	/72

第3章 计算机的硬件 /75

3.1	布尔代数	/75
3.1.1	布尔代数的基本运算	/76
3.1.2	布尔函数与表达式	/77
3.1.3	布尔表达式的化简	/78
3.2	门	/78
3.2.1	基本门	/78

3.2.2	具有更多输入的门	/80
3.2.3	门的构造	/81
3.3	电路	/83
3.3.1	用门构成电路	/83
3.3.2	加法器	/84
3.3.3	选择器	/86
3.3.4	锁存器	/87
3.3.5	计数器	/88
3.3.6	集成电路	/89
3.4	计算机硬件系统	/90
3.4.1	计算机体系结构	/90
3.4.2	总线、主板和设备接口	/92
3.4.3	输入设备	/100
3.4.4	输出设备	/104
3.4.5	存储器	/108
3.4.6	中央处理器(CPU)	/113
3.5	计算机的工作原理	/115
3.5.1	指令和指令系统	/115
3.5.2	指令格式	/116
3.5.3	寻址方式	/117
3.5.4	一个程序实例	/117
3.5.5	指令的执行	/119
3.5.6	程序的执行	/120
3.6	并行处理和流水线技术	/122
3.7	小结	/124
	思考与练习	/124

第4章 程序设计 /127

4.1	程序和程序设计语言	/127
4.2	低级程序设计语言	/128
4.2.1	机器语言	/128
4.2.2	汇编语言	/129

4.3	高级语言	/130
4.3.1	高级语言的概念	/130
4.3.2	高级语言程序的翻译	/131
4.3.3	常见的高级语言	/134
4.3.4	高级语言的分类	/135
4.3.5	命令式程序设计语言	/137
4.3.6	面向对象程序设计语言	/150
4.4	程序设计方法	/153
4.4.1	结构化程序设计方法	/153
4.4.2	面向对象程序设计方法	/156
4.4.3	构件化程序设计方法	/160
4.4.4	程序设计的风格	/161
4.5	常见的数据结构	/162
4.5.1	基本概念	/162
4.5.2	线性表	/165
4.5.3	栈	/167
4.5.4	队列	/167
4.5.5	树	/169
4.5.6	图	/171
4.6	问题求解与算法设计基础	/172
4.6.1	用计算机求解问题的基本方法	/172
4.6.2	算法的概念及表示	/173
4.6.3	基本算法	/174
4.6.4	查找	/177
4.6.5	排序	/179
4.7	小结	/182
	思考与练习	/183
第5章	操作系统	/187
5.1	操作系统的概念	/187
5.1.1	操作系统的作用	/187
5.1.2	常见的操作系统	/189

5.1.3	操作系统的分类	/193
5.1.4	操作系统的引导	/195
5.2	文件管理	/196
5.2.1	文件和文件夹	/196
5.2.2	文件属性	/197
5.2.3	磁盘信息的组织与访问	/198
5.2.4	文件的保护	/203
5.2.5	文件操作	/203
5.3	内存管理	/204
5.3.1	程序的装入	/205
5.3.2	内存分配与回收	/205
5.3.3	虚拟存储技术	/208
5.4	CPU 管理	/210
5.4.1	进程管理	/210
5.4.2	进程调度	/212
5.4.3	进程的通信	/214
5.4.4	死锁	/217
5.5	设备管理	/217
5.5.1	设备驱动程序与设备无关性	/218
5.5.2	主机与外设的数据交换方式	/219
5.5.3	缓冲技术	/220
5.5.4	虚拟设备	/221
5.6	用户接口	/222
5.7	小结	/223
	思考与练习	/225
第 6 章	通信与网络	/228
6.1	网络通信基础	/228
6.1.1	数据通信的基本概念	/228
6.1.2	数据通信方式	/230
6.1.3	数据交换方式	/232
6.2	计算机网络概述	/233

6.2.1	计算机网络的发展	/234
6.2.2	计算机网络的分类	/234
6.2.3	计算机网络的组成	/237
6.3	局域网	/244
6.3.1	以太网	/244
6.3.2	无线网	/245
6.4	Internet 及其应用	/249
6.4.1	IP 地址和域名系统	/249
6.4.2	Internet 接入技术	/251
6.4.3	WWW 服务	/254
6.4.4	电子邮件	/257
6.4.5	文件下载	/259
6.4.6	其他应用	/260
6.5	网络安全与管理	/262
6.5.1	数据加密技术	/262
6.5.2	身份认证	/263
6.5.3	防火墙	/265
6.5.4	入侵检测	/266
6.5.5	防病毒技术	/266
6.5.6	网络管理	/267
6.6	小结	/267
	思考与练习	/268
第 7 章	应用软件	/271
7.1	计算机应用系统概述	/271
7.1.1	计算机应用软件	/272
7.1.2	计算模式的变迁	/272
7.2	应用软件开发	/276
7.2.1	软件工程	/277
7.2.2	软件生命周期	/277
7.2.3	软件开发方法	/280
7.2.4	软件开发工具	/283

7.2.5	软件质量	/283
7.3	信息系统和电子商务	/285
7.3.1	信息系统概述	/285
7.3.2	信息系统的发展和分类	/286
7.3.3	数据管理技术	/288
7.3.4	电子商务	/295
7.4	嵌入式技术	/298
7.4.1	嵌入式系统的定义	/298
7.4.2	嵌入式系统的特点	/299
7.4.3	嵌入式系统的组成	/300
7.4.4	嵌入式系统的开发	/302
7.5	多媒体计算技术	/304
7.5.1	计算机图形	/305
7.5.2	数字图像处理	/308
7.5.3	模式识别和计算机视觉	/310
7.5.4	计算机动画	/311
7.5.5	虚拟实现	/313
7.6	智能系统	/315
7.6.1	知识表示	/316
7.6.2	人工神经网络	/317
7.6.3	自然语言处理	/319
7.6.4	智能计算	/321
7.6.5	机器学习	/322
7.7	小结	/322
	思考与练习	/324

第8章 专业学习与职业 /327

8.1	社会对计算机专业毕业生的要求	/327
8.1.1	社会对大学生的基本要求	/327
8.1.2	专业能力要求	/330
8.2	专业能力的培养	/331
8.2.1	知识、能力和素质	/331

8.2.2	计算机专业的公共要求	/333
8.2.3	计算思维能力的培养	/333
8.2.4	算法设计与分析能力的培养	/335
8.2.5	程序设计与实现能力的培养	/335
8.2.6	系统能力的培养	/336
8.3	课程与专业能力	/337
8.4	职业与岗位	/338
8.4.1	与计算机相关的职业岗位	/338
8.4.2	职业道德	/339
8.4.3	与计算机有关的法律、法规	/342
8.4.4	计算机犯罪	/345
8.5	小结	/346
	思考与练习	/347

参考文献	/348
------	------

第1章 计算机系统概述

计算机是20世纪最辉煌的成就之一,给人类社会带来了巨大变化,它的应用已渗透到社会生活和工作的各个领域。现在几乎没有人没有接触过计算机,那么,到底什么是计算机?它由哪些部分构成?又是如何工作的?怎样才能更好地使用计算机?身边含有芯片的电子产品是否也可以看作是计算机?本书将带你走进计算机世界,探讨计算机系统的构成与工作原理,探讨计算机是如何获取信息、表示信息、处理信息、存储和传输信息的。

本章首先介绍计算、计算机和计算机科学的概念,描述计算机科学中的一些经典问题,介绍一些与计算机相关的术语以及计算机的发展、特点、分类及应用等,然后介绍计算机对人们生活方式的改变。最后对计算系统进行抽象分层,为进一步深入探讨计算机搭建一个基础框架,这也是本书的写作顺序。

学习目标

- 理解计算和计算机。
- 理解计算机科学和计算机科学中的经典问题。
- 熟悉计算机硬件和软件发展的历史和趋势。
- 了解计算机用户角色的转换。
- 了解系统程序员和应用程序员。
- 掌握计算机系统的概念。
- 掌握计算机系统的分层结构。
- 掌握计算机的特点、分类。
- 理解计算机对生活方式的改变。
- 了解计算机的应用领域。

1.1 认识计算机与计算机科学

1.1.1 计算与计算机

计算是指“数据”在“运算符”的操作下,按“规则”进行的数据变换。有些规则比较简单,如 $3+5=8$ 是一个计算,表示数据3和5在运算符+的作用下,按照加法规则进行处理,得到变换后的结果8。有些规则比较复杂,如一个函数也可以看成一个计算,如 $f(r,h)=2\times\pi\times r^2+2\times\pi\times r\times h$,它把圆柱体的底面半径 r 和高 h 转换为表面积 $f(r,h)$ 。从小学、中学到大学,不断学习各种计算“规则”,并应用这些“规则”来求解各种问题,使之得到正确的结果,如加减运算、对数运算、指数运算、微积分运算等。

“规则”可以学习,有时应用“规则”来求解问题却超出了人的计算能力,也就是说,虽

然人知道规则,却很难(或者没有办法)通过人工计算得到结果。这有两种解决方案:一是将复杂计算简化为简单的等价计算;二是设计一种机器,让它重复执行一些简单“规则”来完成复杂计算,即用机器来代替人按照“规则”进行自动计算。例如,著名的丢番图方程有多条这样的等式: $a_1x_1^{b_1} + a_2x_2^{b_2} + \cdots + a_nx_n^{b_n} = c$,等式数目比未知数数目少;要求找出对所有等式都成立的整数组。在这个问题中,人们知道计算规则,通过人工可能无法找到答案,但可借助机器获得计算结果。这种用来帮助人们计算的机器称为计算机。

1.1.2 计算机科学

随着计算机的出现和发展,促使人们思考以下问题。

(1) 什么能被(有效地)自动计算。现实世界需要计算的问题很多,哪些问题可以自动计算?哪些问题可以在有限时间、有限空间内自动计算?这就是计算复杂性问题;对复杂问题进行化简并找到求解的有效规则,这就是算法分析和设计研究的问题。

(2) 如何低成本、高效率地实现自动计算。如何构建一个高效的计算机器,使之能够自动求解各种问题。

(3) 如何方便、有效地利用计算机器进行计算。如何利用已有的计算机器求解各行各业的计算问题。

这促进了计算机科学这门学科的诞生和发展。“计算机科学”是研究计算机器和可计算系统的理论方面的学科,包括计算系统的硬件设计与构造、发现和提出新的问题、寻找新问题的求解算法、发现和设计使用计算机的新方式,主要围绕如何构造各种计算机器和应用各种计算机器进行研究。

当前,计算手段已发展成为与理论手段和实验手段并存的科学研究的第三种手段。理论手段是以数学为代表的、以推理和演绎为特征的方式,科学家通过构建分析模型和理论推导来预测和发现规律。实验手段是以物理为代表的,以实验、观察和总结为特征的手段,科学家通过直接观察来获取数据,并对数据进行分析来发现规律。计算手段则是以计算机为代表的、以设计和构造为特征的手段,科学家通过建立仿真的分析模型和有效的算法,利用计算工具来发现和预测规律。

计算手段的发展促使人们运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统 and 理解人类行为。这已成为一种思维方式,称为计算思维(Computational Thinking),就如同所有人都具备的读、写、算能力一样。计算思维建立在计算过程的能力和限制之上,由机器执行。因此,理解“计算机”的思维(即理解计算系统是如何工作的、计算系统的功能是如何变得越来越强大的),以及利用“计算机”的思维(即理解如何利用计算系统控制和处理现实世界的各种事物),对于计算机专业的学生建立复合型知识结构,进行各种新型计算手段的研究以及基于新型计算手段的创新都有重要意义。

1.1.3 计算机科学中的经典问题

在计算机科学发展过程中,人们提出了不少反映该学科某一方面内在规律和本质内

容的经典问题。计算机科学中的经典问题往往以深入浅出的形式表达学科深奥的科学规律和本质内容,在学科研究中常常用来辅助说明思想、原理、方法和技术。这些经典问题在计算机科学的发展中具有重要的作用,也有利于理解有关问题和概念。

1. 哥尼斯堡七桥问题与图论

大家公认图论起源于“哥尼斯堡七桥问题”。17世纪,东普鲁士的哥尼斯堡城的普莱格尔河有两条支流环绕其旁,并将整个城市分成北区、东区、南区和岛区4个区域,全城共有7座桥将4个区域相连,如图1.1所示。人们经常沿河过桥散步,于是提出了一个有趣的数学难题:能否一次走遍7座桥,每座桥只许通过1次,最后仍回到起点?

这个问题看来似乎不难,但始终找不到答案,最后问题提到了数学家欧拉(L. Euler)那里。1736年,欧拉发表了关于“哥尼斯堡七桥问题”的论文“与位置几何有关的一个问题的解”,他指出,从任一点出发不重复地走遍7座桥,最后又回到出发点是不可能的。

为了解决“哥尼斯堡七桥问题”,欧拉对该问题进行了抽象,用4个字母A、B、C、D代表4个区域,用7条线表示7座桥,如图1.2所示。

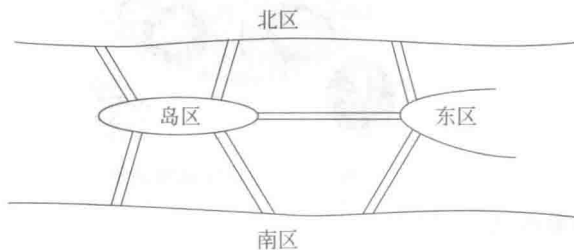


图 1.1 哥尼斯堡地图

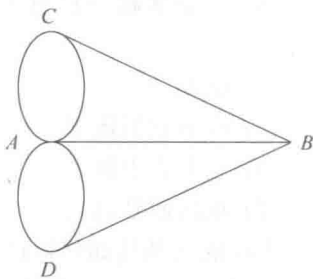


图 1.2 七桥问题示意图

抽象是人们解决问题的重要方法。抽象提取问题中最本质的东西,忽视问题非本质的东西(如桥的长度、宽度等),从而将哥尼斯堡七桥问题抽象为一个数学问题,即经过图中每边1次且仅1次的回路问题。欧拉注意到,每个点如果有进去的边,就必须有出来的边,从而每个点连接的边数必须为偶数。图1.2的每个点都连接着奇数条边,这就说明不存在1次走遍7座桥,而每座桥只许通过1次的走法。人们把有这样回路的图称为欧拉图。

欧拉对“哥尼斯堡七桥问题”的研究是图论研究的开始,同时也为拓扑学的研究提供了一个初等例子。今天,图论已广泛应用在计算学科、运筹学、控制论、信息论等学科中,成为对现实世界进行抽象的一个强有力的数学工具。随着计算机科学的发展,图论在计算机科学中的作用越来越大,同时图论本身也得到了充分的发展。

图论中还有一个著名的“哈密尔顿回路”问题,是由爱尔兰著名数学家哈密尔顿(W. R. Hamilton)于1859年提出:在某个图 G 中能不能找到这样的路径,从一点出发不重复地走过所有结点(不必通过图中每一条边),最后又回到出发点。哈密尔顿回路问题与欧拉回路问题看上去十分相似,然而却是两个完全不同的问题。哈密尔顿回路问题是访问每个结点1次,而欧拉回路问题是访问每条边1次。对任一图 G 是否存在欧拉回

路,欧拉已给出了充分必要条件,而至今仍未找到图 G 是否存在哈密尔顿回路的充分必要条件。

2. 哲学家就餐问题与资源管理

1971 年,迪格斯彻(E. W. Dijkstra)提出了一个同步问题,即假设有 5 台计算机都试图访问 5 个共享的磁带驱动器。稍后,这个问题被霍尔(T. Hoare)重新表述为哲学家就餐问题。哲学家就餐问题是这样描述的:假设有 5 位哲学家围坐在一张圆形餐桌旁,只做以下两件事情:吃饭,思考。吃饭时就停止思考,思考时停止吃饭。餐桌中间有一碗米饭,每两个哲学家之间有一只筷子。吃饭时只能使用自己左右手两边的那两只筷子,如图 1.3 所示。

每位哲学家的生活可以表述为如下内容。

- (1) 思考问题。
- (2) 饿了,停止思考,左手拿起一只筷子(如果没有拿到则等待)。
- (3) 右手拿起一只筷子(如果没有拿到则等待)。
- (4) 吃饭。
- (5) 放下左手筷子。
- (6) 放下右手筷子。
- (7) 重新回到(1)。

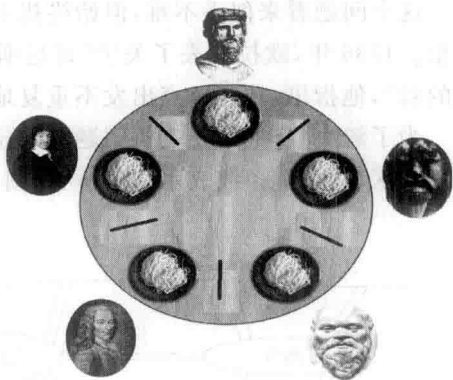


图 1.3 哲学家就餐问题

现在的问题是如何协调这 5 位哲学家的动作,使得每一位哲学家最终都可以进餐。考虑下面两种情况。

- (1) 当所有哲学家都同时拿起左手筷子时,则所有哲学家都将拿不到右手的筷子,并处于等待状态,那么,哲学家都将无法进餐,最终饿死。
- (2) 修改其动作,当拿不到右手的筷子时,就放下左手的筷子,等待一定时间后再拿起左手的筷子。可能在一个瞬间,所有的哲学家都同时拿起左手的筷子,当拿不到右手的筷子时,同时都放下左手的筷子,等一会儿,大家又同时拿起,这样反复下去,则所有的哲学家也都无法进餐。

这个问题可以用来解释死锁和资源耗尽。计算机的资源分软件资源和硬件资源。硬件资源主要有 CPU、存储器、输入和输出设备等;软件资源则是指存储于硬盘等存储设备中的各类文件。在计算机中,操作系统负责对计算机软、硬资源进行控制和管理,为了使计算机系统软、硬件资源得到高效的使用,提高系统的处理能力和机器的利用率,并发程序被广泛使用,就会遇到由于资源共享而产生的竞争问题。操作系统必须彻底解决并发程序执行中的死锁和资源耗尽的问题。

3. 汉诺塔问题与可计算性

计算机科学的最根本问题就是计算问题,计算问题分为可计算问题与不可计算问题。可计算问题可分为理论上的可计算问题与实际上的可计算问题。“汉诺塔问题”(Hanoi)