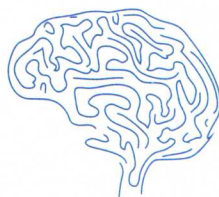
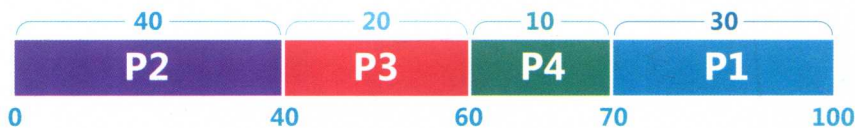


丰富的图解 + 范例应用
诠释算法的基本概念

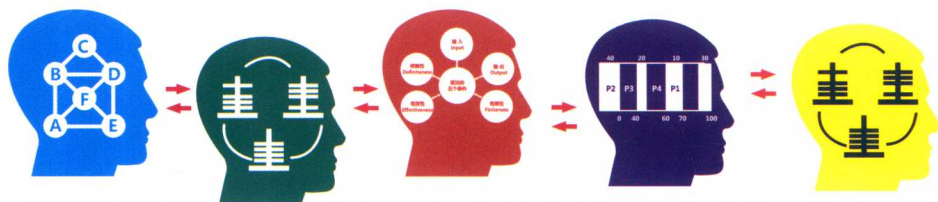


计算思维 与算法入门



赵 军 ◎ 等编著

- 精选算法入门9堂课
- 计算思维训练
- 算法巧思确保高质量编程



机械工业出版社
China Machine Press

计算思维 与算法入门



赵 军 ©等编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算思维与算法入门 / 赵军等编著. —北京: 机械工业出版社, 2019.1

ISBN 978-7-111-61876-8

I. ①计… II. ①赵… III. ①计算方法—思维方法 IV. ①O241

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第018678号

计算思维是培养系统化逻辑思维的基础, 有了这一基础, 在面对问题时才能具有系统分析与问题分解的能力。算法是计算机科学领域非常重要的基础课程, 程序能否快速而高效地完成预定的任务, 算法是其中的关键因素。

本书精选计算思维与算法课程中核心的内容, 采用丰富的图例阐述常用数据结构与算法的基础知识和基本概念, 并结合范例诠释计算机科学中较为知名的分治法、贪心法、动态规划法、安全性算法、树结构的算法、改变程序功力的经典算法、游戏中的算法。

为检验读者的学习成果, 本书在每一章的最后都安排了与本章重点内容相关的习题, 供读者操作演练, 以培养读者的逻辑思维能力。

计算思维与算法入门

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 夏非彼 迟振春

印刷: 中国电影出版社印刷厂

开本: 170mm×242mm 1/16

书号: ISBN 978-7-111-61876-8

责任校对: 王叶

版次: 2019 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印张: 13.5

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东

程序设计课程越来越普及，让每一个学生拥有程序设计的能力是各大专院校在信息科学与技术教学方面的重点之一。当然，学习程序设计的目标不是把每个学习者都培养成专业的程序设计人员，而是帮助每一个人建立起系统化的逻辑思维模式和习惯。以往程序设计的实践目标非常重视“计算”能力，随着近年来因特网的高速发展，计算能力早已不是唯一的目标，程序设计课程着重于培养学习者的“计算思维”，也就是分析与分解问题的能力。

编写程序代码不过是整个程序设计过程中的一个阶段，在编写程序之前，有需求分析与系统设计两大阶段。计算思维是培养系统化逻辑思维的基础，有了这一基础在面对问题时才能具有系统分析与问题分解的能力，从中探索出可能的解决办法，并找出最有效的算法。

算法一直是计算机科学领域非常重要的基础课程，从程序设计语言实践的角度来看，算法是有志于从事信息技术方面工作的专业人员必须重视的一门基础理论课程。无论我们采用哪种程序设计语言来编写程序，所设计的程序能否快速而高效地完成预定的任务，其中的关键因素都是算法。对于将来不从事信息技术方面工作的人而言，学习算法同样可以培养自己系统化逻辑思维的习惯，这种思维习惯可以运用在各行各业中，让学习者终身受益。

本书精选计算思维与算法课程中核心的内容：第 1 章介绍程序设计与计算思维两者间的关系；第 2 章介绍常用数据结构与算法，包括数组、矩阵、链表、堆栈、队列、树、图及哈希表等数据结构，以及分治法、递归法、贪心法、动态规划法、迭代法、枚举法、回溯法等常见的算法；第 3~9 章针对分治法、贪心法、动态规划法、安全性算法、树结构的算法、改变程序功力的经典算法、游戏中的算法，逐一介绍计算机科学中较为知名的一些算法。

为了帮助更多人轻松地了解算法的精髓，本书采用丰富的图例阐述这些算法的

基本概念，并结合范例诠释这些算法，期望读者学习之后可以将各种计算思维与算法真正运用于程序设计实践中。

为了检验读者的学习成果，每一章的最后都安排了与本章重点内容相关的习题，让读者有更多操作演练的机会。

最后，希望读者通过学习本书可以培养逻辑思维能力，进而在自己的工作和生活中获益。

本书主要由赵军编著，同时参与编写工作的还有王国春、施研然、王然、孙学南等。如果读者在学习过程中遇到无法解决的问题，或者对本书有意见或建议，可以通过邮箱 booksaga@126.com 与编者联系。

赵军

2019年1月

前言

第 1 章 程序设计与计算思维	1
1.1 认识计算思维	4
1.1.1 分解	6
1.1.2 模式识别	9
1.1.3 模式概括与抽象	11
1.1.4 算法	13
1.2 算法的条件	15
1.3 课后习题	21
第 2 章 常用数据结构与算法	22
2.1 认识数据结构	24
2.2 常见的数据结构	27
2.3 矩阵与深度学习	29
2.3.1 稀疏矩阵	33
2.3.2 矩阵相加算法	34
2.3.3 矩阵相乘算法	34
2.3.4 转置矩阵	35
2.4 链表	35
2.4.1 单向链表的串接算法	37
2.4.2 单向链表节点的删除算法	37
2.4.3 在单向链表中添加新节点	38
2.4.4 单向链表的反转	39
2.5 堆栈	40

2.6 队列	42
2.6.1 双向队列	44
2.6.2 优先队列	44
2.7 树结构	45
2.7.1 树的基本概念	46
2.7.2 二叉树	48
2.7.3 树转化为二叉树的算法	51
2.7.4 二叉树转化为树的算法	53
2.8 图简介	54
2.9 哈希表	57
2.10 课后习题	59
第3章 分治法	60
3.1 分治法简介	61
3.2 递归法	62
3.3 汉诺塔算法	63
3.4 快速排序法	68
3.5 合并排序法	70
3.6 二分查找法	71
3.7 课后习题	72
第4章 贪心法	74
4.1 贪心法简介	75
4.2 最小生成树	76
4.2.1 Prim 算法	77
4.2.2 Kruskal 算法	79
4.3 图的最短路径法	81
4.3.1 Dijkstra 算法	81
4.3.2 A* 算法	83
4.3.3 Floyd 算法	86
4.4 课后习题	88
第5章 动态规划法	90
5.1 动态规划法简介	91

5.2	字符串对比功能.....	93
5.3	AOV 网络与拓扑排序.....	94
5.4	AOE 网络.....	97
5.5	青蛙跳台阶算法.....	99
5.6	课后习题.....	101
第 6 章	安全性算法.....	102
6.1	数据加密.....	104
6.1.1	对称密钥加密系统.....	105
6.1.2	非对称密钥加密系统与 RSA 算法.....	106
6.1.3	认证.....	107
6.1.4	数字签名.....	107
6.2	哈希算法.....	109
6.2.1	除留余数法.....	109
6.2.2	平方取中法.....	111
6.2.3	折叠法.....	112
6.2.4	数字分析法.....	113
6.3	碰撞与溢出处理.....	113
6.3.1	线性探测法.....	114
6.3.2	平方探测法.....	114
6.3.3	再哈希法.....	115
6.4	课后习题.....	116
第 7 章	树结构的算法.....	118
7.1	二叉树的遍历.....	119
7.2	二叉查找树.....	122
7.3	优化二叉查找树.....	126
7.3.1	扩充二叉树.....	126
7.3.2	哈夫曼树.....	128
7.4	平衡树 (AVL 树).....	129
7.5	博弈树——八枚金币问题.....	132
7.6	堆积排序法.....	134
7.7	斐波那契查找法.....	136
7.8	课后习题.....	139

第 8 章 改变程序功力的经典算法	141
8.1 迭代法	142
8.1.1 帕斯卡三角算法	143
8.1.2 插入排序法	145
8.1.3 希尔排序法	146
8.1.4 基数排序法	147
8.2 枚举法	148
8.2.1 3 个小球放入盒子	150
8.2.2 质数求解算法	152
8.2.3 顺序查找法	154
8.2.4 冒泡排序法	154
8.2.5 选择排序法	156
8.3 回溯法	158
8.3.1 老鼠走迷宫	158
8.3.2 八皇后算法	160
8.4 课后习题	161
第 9 章 游戏中的算法	163
9.1 游戏中的数学与物理算法	164
9.1.1 两点距离的算法	164
9.1.2 匀速运动	166
9.1.3 加速运动	167
9.2 图的遍历算法	168
9.2.1 路径算法	168
9.2.2 深度优先查找算法	170
9.2.3 广度优先查找算法	172
9.3 碰撞处理算法	173
9.3.1 以行进路线来检测	174
9.3.2 范围检测	176
9.3.3 颜色检测	179
9.4 遗传算法	182
9.5 课后习题	184
附录 课后习题与参考答案	185

第 1 章

程序设计与计算思维

计算机堪称 20 世纪以来人类最伟大的发明之一，对于人类的影响更甚于工业革命所带来的冲击。计算机是一种具备数据处理与计算功能的电子设备。自从人类发明并开始大量应用计算机之后，无论是政府、企业还是个人，对于数据和信息处理的效率都有了极大的提升，如图 1-1 所示。

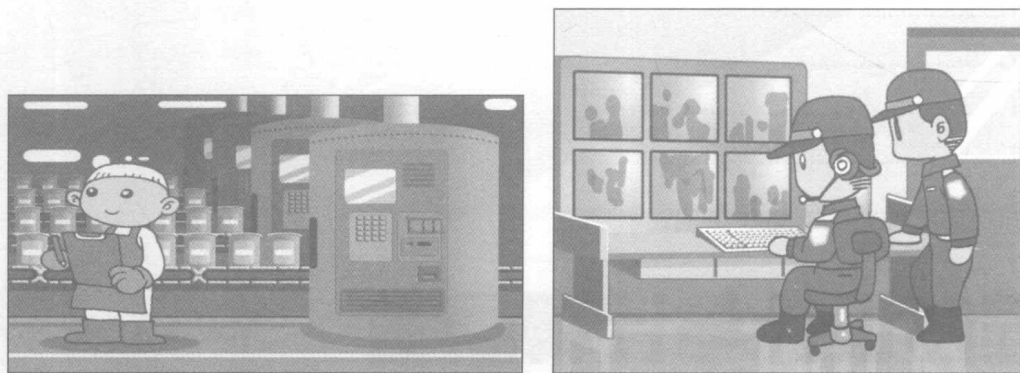


图 1-1 工厂生产线与大楼自动化安保管理

对于一个有志投身信息技术领域的人员来说，程序设计就是一门和计算机硬件与软件息息相关的学科，是计算机诞生以来一直蓬勃发展的一门新兴科学。之所以说它是新兴科学，是因为计算机的程序设计还在不断地发展和演变，只不过现在的方向是大数据和人工智能等领域。为了发挥计算机强大的运算能力，我们必须掌握程序设计的基本方法和了解它的基本概念。所谓程序，是由符合程序设计语言（Programming Language）语法规则的程序语句、程序代码或程序指令所组成的，而程序设计的目的是通过程序的编写与执行来满足计算机用户的需求。

提示

程序设计语言是一种人类用来和计算机沟通的语言，是由文字与记号所形成的程序语句、代码或指令的集合。程序设计语言主要的功能是将用户的需求使用程序指令表达出来，让计算机按照程序指令替我们完成诸多工作和任务，每种程序设计语言都有各自的语法规则，即语法（syntax），也就是它的使用规则。程序设计语言的语法一直朝着易于使用、易于调试、易于维护以及功能更强的目标持续发展和演变。

对于我们学习程序设计而言，目标无疑就是让我们设计的程序更有效率、可读性更高。我们知道，与计算机作为硬件工具一样，程序设计语言也只是一种应用工具，因此没有最好的程序设计语言，只有是否适合的程序设计语言，各种程序设计语言都是实现目标的方法。例如，著名的积木式程序设计语言 Scratch，其集成开发

环境的界面如图 1-2 所示。

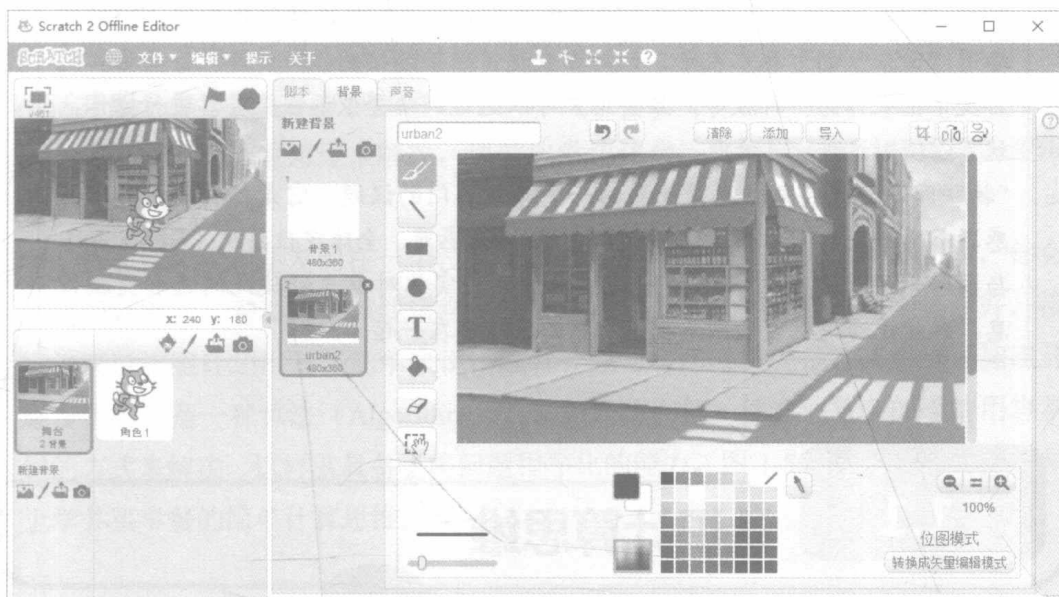


图 1-2 积木式程序设计语言是指设计者能以拖曳积木的方式来组合出程序

随着信息技术与网络科技的发展，当前进入物联网（Internet of Things, IoT）、大数据、人工智能的云计算（Cloud Computing）时代。一个国家或地区的程序设计能力已经被看成是国力或者地区竞争力的象征。程序设计不再只是信息类学科的专业，而是新一代人才必备的基本能力，各个先进的国家或者地区纷纷将程序设计（或简称编程）列入学生的必修课程，发达地区的城市中小学都开设了编程的信息课程。通过学习程序设计的过程让学生获得解决问题的能力，只有将“创意”通过“设计过程”与计算机相结合，才能顺应这个快速发展和演变的物联网、大数据、人工智能的云计算时代，如图 1-3 所示。

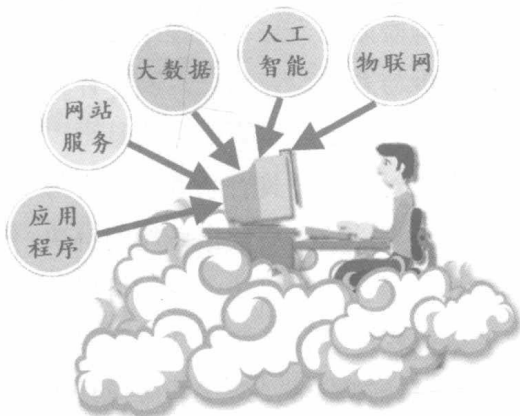


图 1-3 云计算加速了新一代人才必须具备程序设计能力时代的来临

提示

“云”泛指“网络”，这个名字的源头是工程师通常把网络架构图中不同的网络用“云朵”的形状来表示。云计算就是将网络连接的各种计算设备的运算能力提供出来作为一种服务，只要用户可以通过网络登录远程服务器进行操作，就可以使用这种计算资源。

“物联网”是近年来信息产业界的一个非常热门的议题，它是指将各种具有传感器或感测设备的物品（例如 RFID、环境传感器、全球定位系统（GPS）等）与因特网结合起来，并通过网络技术让各种实体对象自动彼此沟通和交换信息，也就是通过巨大的网络把所有东西都连接在一起。

1.1

认识计算思维

学习程序设计的目标绝对不是要将每个学习者都培养成专业的程序设计人员，而是要帮助每个人建立系统化的逻辑思维模式。以往程序设计的实践目标非常重视“计算”能力，近年来随着因特网的高速发展，计算能力的重要性早已不是唯一的目标，因而程序设计课程的目的特别着重于培养学生的“计算思维”（Computational Thinking, CT，或称为“运算思维”），也就是分析与分解问题的能力。

编写程序代码不过是程序设计整个过程中的一个阶段而已，在编写程序之前，还有需求分析与系统设计两大阶段。计算思维是用来培养系统化逻辑概念的基础，进而学习在面对问题时具有系统的分析与分解问题的能力，从中探索出可能的解决办法，并找出最有效的算法。我们可以这样说：“学习程序设计不等于学习计算思维，但要学好计算思维，通过程序设计来学绝对是最快的途径”，如图 1-4 所示。

计算思维是一种使用计算机的逻辑来解决问题的思维，前提是掌握程序设计的基本方法和了解它的基本概念，是一种能够将计算“抽象化”再“具体化”的能力，也是新一代人才都应该具备的素养。计

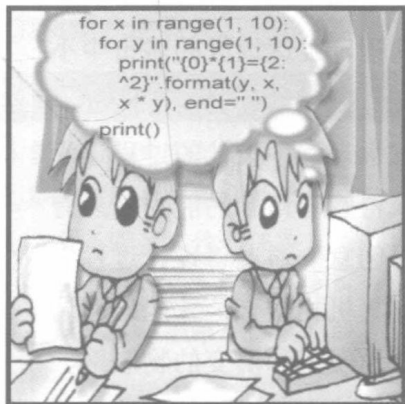


图 1-4 要学好计算思维，通过程序设计来学是最快的途径

算思维与计算机的应用和发展息息相关，程序设计相关知识和技能的学习与训练过程其实就是一种培养计算思维的过程。当前许多欧美国家从幼儿园开始就培养孩子的计算思维，让孩子从小就养成计算思维的习惯。培养计算思维的习惯可以从日常生活开始，并不限于任何场所或工具，日常生活中任何牵涉到“解决问题”的议题，都可以应用计算思维来解决，通过边学边体会，逐渐建立起计算思维的逻辑能力。

假如你今天和朋友约在一个没有去过的知名旅游景点碰面，在出门前，你会先上网规划路线，看看哪些路线适合你的行程，以及选乘哪一种交通工具最好，接下来就可以按照计划出发。简单来说，这种计划与考虑过程就是计算思维，按照计划逐步执行就是一种算法（Algorithm），就如同我们把一件看似复杂的事情用容易理解的方式来解决，这样就具备了将问题程序化的能力。图 1-5 所示的范例是小华早上上学并买早餐的简单计算思维。

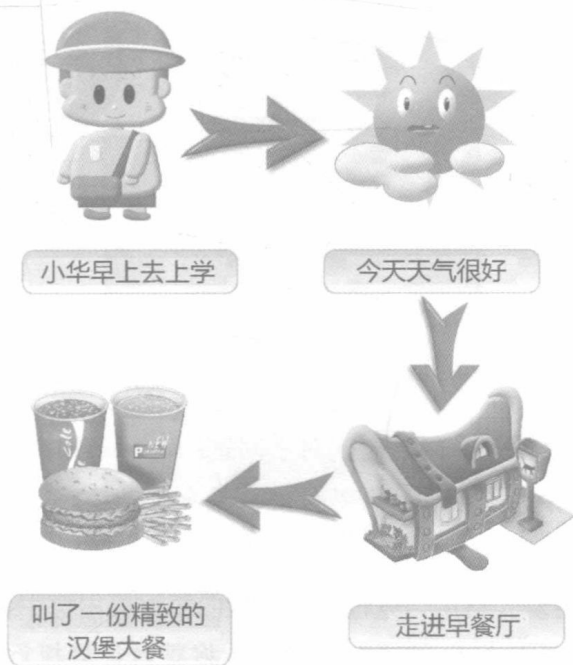


图 1-5 学生买早餐的过程也是一种计算思维的应用

2006 年，美国卡内基·梅隆大学 Jeannette M. Wing 教授首次提出了“计算思维”的概念，她提出计算思维是现代人的一种基本技能，所有人都应该积极学习。随后谷歌公司为教育者开发了一套计算思维课程，这套课程提到培养计算思维的 4 部分，分别是分解（Decomposition）、模式识别（Pattern Recognition）、模式概括与抽象（Pattern Generalization and Abstraction）以及算法（Algorithm）。虽然这并不是

建立计算思维唯一的方法，不过通过这 4 部分我们可以更有效地进行思维能力的训练，不断使用计算方法与工具解决问题，进而逐渐养成我们的计算思维习惯。

在训练计算思维的过程中，其实就培养了学习者从不同角度以及现有资源解决问题的能力。正确地运用培养计算思维的这 4 部分，同时运用现有的知识或工具，找出解决困难问题的方法。学习程序设计就是对这 4 部分进行系统的学习与组合，并使用计算机来协助解决问题，如图 1-6 所示。

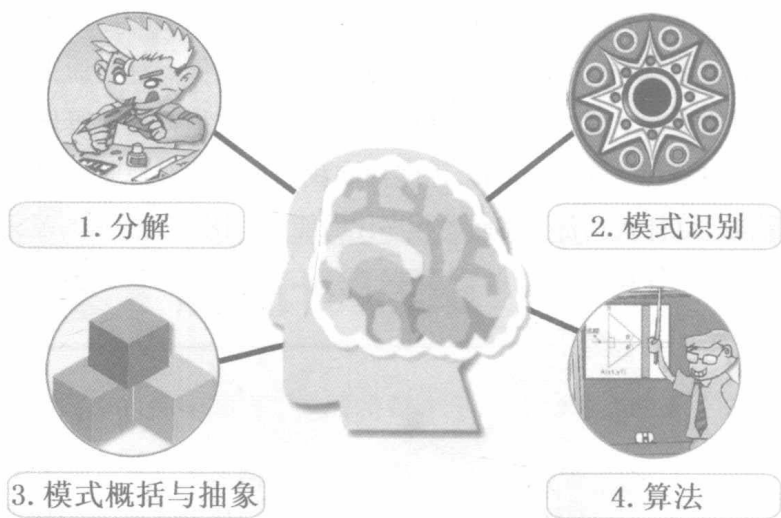


图 1-6 计算思维的 4 部分示意图

1.1.1 分解

许多人在编写程序或解决问题时，对于问题的分解不知道从何处着手，将问题想得太庞大，如果一个问题不进行有效分解，就会很难处理。将一个复杂的问题分割成许多小问题，把这些小问题各个击破，小问题全部解决之后，原本的大问题也就解决了。

假如我们的一台计算机出现部件故障了，将整台计算机逐步分解成较小的部分，对每个部分内的各个硬件部件进行检查，就容易找出有问题的部件。再假如一位警察在思考如何破案时，也需要将复杂的问题细分成许多小问题，如图 1-7 所示。

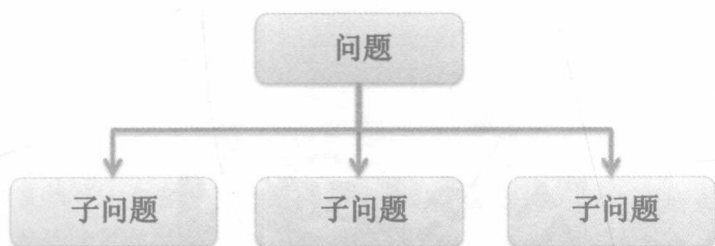


图 1-7 将复杂的问题分解为小问题

下面举一个例子来说明。假如我们要分解教小孩刷牙的问题，可以分解与细分成以下情况（见图 1-8）：

- 用哪种牙刷较好
- 要刷多久
- 如何刷
- 哪种牙膏适合
- 准备漱口杯

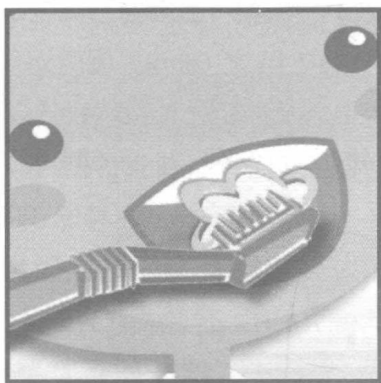


图 1-8 教小孩刷牙的问题

在一些综艺节目中会出现所谓的终极密码游戏，主持人随机从 1~100 中取出一个彩球（见图 1-9），让嘉宾猜彩球的数字，主持人只能针对嘉宾猜的数字回答“高了”或“低了”，这也是一种问题分解的具体应用。想想看，如何才能快速猜到这个数字呢？

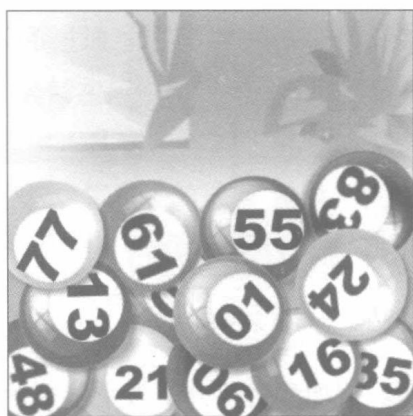


图 1-9 抽彩球游戏也是一种计算思维的训练

假如取出的彩球数字是“38”，那么我们可以将 1~100 的数字数列（sequence）先取中间的数字 50 来比较，38 在 1~50 之间，所以只剩下数列前半段 1~50，运用同样的方式取中间的数字再进行比较，数字数列又排除一半，只剩 25~50，一直循环这个过程就能找到数字 38。这个过程可以参考图 1-10。

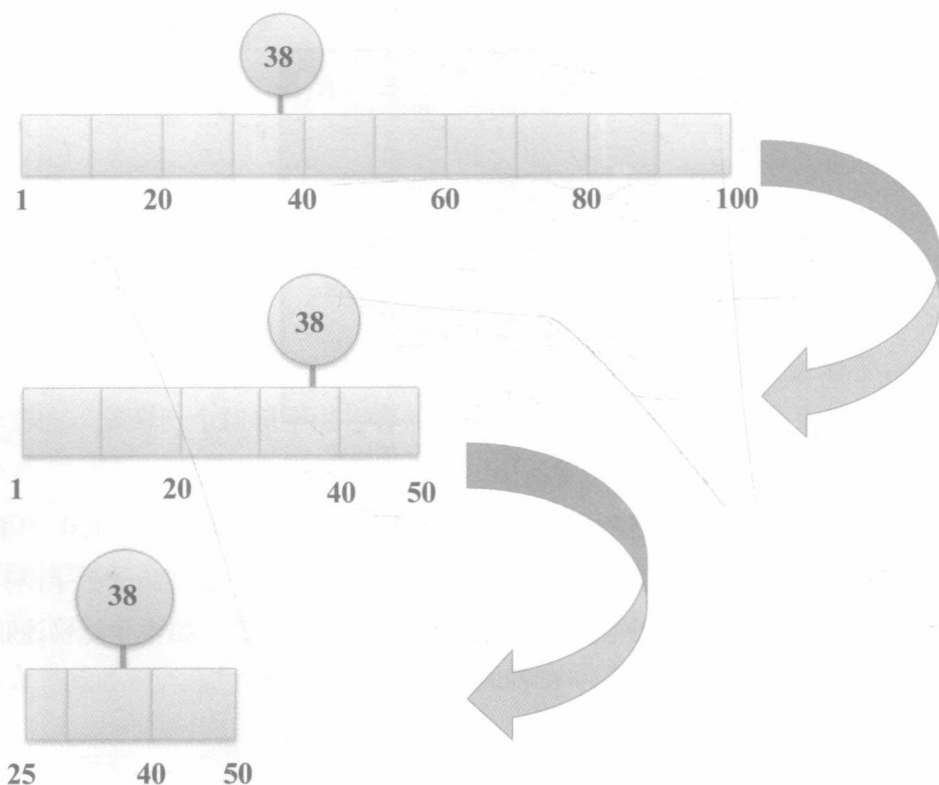


图 1-10 猜测彩球数字的一种二分查找法

事实上,这样的解题分析过程就是训练和培养程序设计的计算思维过程。在上