

普通高等院校“十三五”规划教材

Computer

大学计算机

——计算思维与程序设计

DAXUE JISUANJI

JISUAN SIWEI YU CHENGXU SHEJI

◇主 编 孙宝刚 杨芳权

◇副主编 江渝川 谢 翌 秦晓江



重庆大学出版社

普通高等院校“十三五”规划教材

Computer

大学计算机

——计算思维与程序设计

DAXUE JISUANJI

JISUAN SIWEI YU CHENGXU SHEJI

◇主 编 孙宝刚 杨芳权

◇副主编 江渝川 谢 翌 秦晓江

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机：计算思维与程序设计 / 孙宝刚, 杨芳
权主编. -- 重庆：重庆大学出版社, 2020.1
ISBN 978-7-5689-1946-3

I. ①大… II. ①孙… ②杨… 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(2019)第 280328 号

大学计算机

——计算思维与程序设计

主 编 孙宝刚 杨芳权
副主编 江渝川 谢 翌 秦晓江
责任编辑：章 可 版式设计：章 可
责任校对：杨育彪 责任印制：赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人：饶帮华
社址：重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号
邮编：401331
电话：(023) 88617190 88617185(中小学)
传真：(023) 88617186 88617166
网址：<http://www.cqup.com.cn>
邮箱：fxk@cqup.com.cn (营销中心)
全国新华书店经销
重庆巍承印务有限公司印刷

*

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：9.25 字数：193千
2020 年 1 月第 1 版 2020 年 1 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5689-1946-3 定价：28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

随着科学技术的飞速发展,新概念和新技术不断涌现,“云计算”“物联网”“大数据”开始出现在人们的生活中,标志着当今社会已经步入了一个飞速发展的信息时代。同时,“互联网+”概念的提出更是将计算机应用和各行各业紧密地结合在一起。这就要求人们具有计算思维的能力,于是计算思维成为计算机基础教学的重要内容。编者根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会发布的《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》和《高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求》,结合《中国高等院校计算机基础教育课程体系》报告,编写了本书。

本书以数据处理过程为主线,介绍其构建原理、基本应用和蕴含的计算思维。全书分为基础、方法和深入学习3部分,其中,基础部分包括第1—3章,主要解析程序的两个基因——数据组织和数据处理,为方法的构建奠定基础;方法部分为第4章,主要解析目前主流的程序设计基本方法的构建原理及各种支持机制;深入学习部分为第5章,主要解析两种程序设计基本方法的具体运用。深入学习部分可细分为面向过程中代码的封装和面向对象中数据与操作的封装,深入学习部分又可进一步细化为基于演绎思维和基于归纳思维的两个层次,实现知识和方法的学习到实际应用的思维平滑过渡和迁移。

本书可作为高等院校学生计算机基础知识的深化内容来教授。本书兼顾了不同专业、不同层次学生的需求,加强了对程序思维方式的训练,可使学生利用计算机解决问题的能力得到提高。

本书由重庆人文科技学院孙宝刚、杨芳权担任主编,重庆人文科技学院江渝川、谢翌、秦晓江担任副主编,孙宝刚确定了总体方案并制订了编写大纲、目录,负责统稿和定稿工作,杨芳权参与了初稿的全部审阅工作。各章编写分工如下:第1章由谢翌编写,第2章由秦晓江编写,第3章由孙宝刚编写,第4章由杨芳权编写,第5章由江渝川编写。感谢重庆人文科技学院任淑艳、邱红艳、田鸿等多位一线教师为本书的编写提供的宝贵建议和支持。

由于计算机科学技术的快速发展,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评、指正。

编者

2019年9月

第 1 章 信息与计算思维

1.1 信息的概念	1
1.2 计算机中信息的表示	1
1.3 计算机与计算	6
1.4 计算思维	8
课后习题	9

第 2 章 数据表示现实世界

2.1 数据	12
2.2 数据类型	15
2.3 关系运算	26
2.4 逻辑运算	27
2.5 布尔代数运算定律	27
2.6 Python 中真假的表示与计算	27
2.7 input()函数:获取用户输入的字符串	27
2.8 格式化字符串	28
2.9 转义字符及用法	31
2.10 类型转换	32
课后习题	33

第 3 章 数据集合的存储与处理

3.1 序列	35
3.2 有序的数据集合体	40
3.3 无序的数据集合体	58
课后习题	74

第 4 章 数据处理的流程控制

4.1 顺序控制结构	76
4.2 分支控制结构	76
4.3 循环控制结构	84
4.4 结构化程序设计	99
课后习题	100

第5章 数据与操作的两种方式

5.1 面向过程的方式——数据的函数操作过程	102
5.2 面向对象的方式	118
课后习题	141

第 1 章 信息与计算思维

信息的奠基人香农认为,信息是用来消除随机不确定性的东西。

1.1 信息的概念

信息,指音讯、消息、通信系统传输和处理的对象,泛指人类传播的一切内容。人通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物,得以认识和改造世界。在一切通信和控制系统中,信息是一种普遍联系的形式。

信息量,指从 n 个相等可能事件中选出一个事件所需要的信息度量或含量,也就是在辨识 n 个事件中特定的一个事件的过程中所需要提问“是”或“否”的最少次数。

1.2 计算机中信息的表示

1.2.1 进制的基本概念

进制即表示数值的方法,它是指用一组固定的数字和一套统一的规则来表示数目的方法。在计算机进制中,需要掌握数码、基数和位权的概念。

- 数码:进制中表示基本数值大小的不同数字符号。在一种进制中,只能使用一组固定的符号来表示数的大小。例如,十进制有 10 个数码,分别为 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。十六进制有 16 个数码,分别为 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F。

- 基数:一种进制所使用数码的个数。例如,十进制的基数为 10,十六进制的基数为 16。

- 位权:一个数值中某一位上的 1 所表示数值的大小。例如,十进制的 123,1 的位权是 10^2 ,2 的位权是 10^1 ,3 的位权是 10^0 。

进制对应的数码、基数、位权见表 1.1。

表 1.1 进制对应的数码、基数、位权

进制	数码	基数	位权
二进制	0,1	2	2^i
八进制	0,1,2,3,4,5,6,7	8	8^i
十进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	10	10^i
十六进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F	16	16^i

1.2.2 进制表示

在计算机内部存储、处理和传递的信息均采用二进制代码来表示,二进制的基数为 2,只有“0”和“1”两个数码。

除二进制外,计算机中常用的还有八进制和十六进制。

对于不同的进制,常采用以下两种书写方式:

- 在数字后面加一个大写字母作为后缀,表示该数字采用的进制(见表 1.2);
- 在括号外面加下标(见表 1.2)。

表 1.2 计算机中常见进制的表示

进制	后缀	表示方法 1	表示方法 2	进位规则
二进制	B(Binary)	111011B	$(111011)_2$	逢二进一
八进制	O(Octonary)	215O	$(215)_8$	逢八进一
十进制	D(Decimal)	7255D	$(7255)_{10}$	逢十进一
十六进制	H(Hexadecimal)	1456ABFH	$(1456ABF)_{16}$	逢十六进一

1.2.3 不同进制之间的转换

1.R 进制数转换为十进制数

R 进制数转换为十进制数,只要将各位数字乘以各自的位权求和即可。

转换规则:采用 R 进制数的位权展开法,即将 R 进制数按“位权”展开形成多项式并求和,得到的结果就是转换结果。例如:

$$(1101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 13$$

$$(732)_8 = 7 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 2 \times 8^0 = 474$$

$$(1F04)_{16} = 1 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = 7940$$

2.十进制数转换为 R 进制数

转换规则:整数部分(倒读法)采用“逐次除以基数取余”法,直到商为 0。

例如:(15)₁₀转换成二进制数(见表 1.3)。

表 1.3 计算机中常见进制的转换

被除数	除数	商	余数	输出
15	2	7	1	
7	2	3	1	
3	2	1	1	
1	2	0	1	

因此,(15)₁₀转换成二进制数是(1111)₂。

3.二进制数、八进制数、十六进制数间的相互转换

(1)二进制数与八进制数的转换

• 二进制数转八进制数

1 位八进制数相当于 3 位二进制数,二进制数转换成八进制数的转换规则:“三位并一位”。例如:

$(10010110)_2 = (226)_8$

• 八进制数转二进制数

八进制数转换成二进制数的转换规则:“一位拆三位”。把 1 位八进制数写成对应的 3 位二进制数,然后连接起来即可。例如:

$(2304)_8 = (10011000100)_2$

(2)二进制数与十六进制数的转换

• 二进制数转十六进制数

1 位十六进制数相当于 4 位二进制数,二进制数转换成十六进制数的转换规则:“四位并一位”。例如:

$(10010110)_2 = (96)_{16}$

• 十六进制数转二进制数

十六进制数转换成二进制数的转换规则:“一位拆四位”。把 1 位十六进制数写成对应的 4 位二进制数,然后连接起来即可。例如:

$(AOE)_{16} = (101000001110)_2$

(3)其他非十进制数之间的转换

不满足以上几种情况的两个非十进制数之间的转换,可以先把要转换的数值转换成对应的二进制数,然后再将二进制数转换成对应数制的数值。

1.2.4 计算机采用二进制编码

计算机采用二进制编码的原因：

- ①容易表示,电压高低、开关的接通与断开都可以用“0”和“1”来表示。
- ②节省设备,状态简单,抗干扰力强,可靠性高。
- ③易于和不同数制进行转换,计算机进行处理的同时不影响人们使用十进制。

1.2.5 ASCII 码

在 ASCII 码中,规定一个字符用 7 位二进制编码,最高位为 0。

ASCII 共有 128 种编码,用来表示 128 个不同的字符,部分编码见表 1.4。

表 1.4 ASCII 编码简表

编号	编码	字符表示
0~31	000 0000~001 1111	各种控制字符
32	010 0000	空格
48~57	011 0000~011 1001	0~9
65~90	100 0001~101 1010	A~Z
97~122	110 0000~111 1010	a~z

1.2.6 汉字编码

1. 汉字输入码

常见的有智能 ABC、五笔字型码、搜狗输入法等。

2. 汉字机内码

汉字机内码,又称“汉字 ASCII 码”,简称“内码”,指计算机内部存储、处理加工和传输汉字时所用的由“0”和“1”组成的代码。输入码被计算机接受后就由汉字处理系统的“输入码转换模块”转换为机内码,与所采用的键盘输入法无关。

因为汉字处理系统要保证中西文的兼容,当系统中同时存在 ASCII 码和汉字国标码时,将会产生二义性。例如,有两个字节的内容为 30H 和 21H,它既可表示汉字“啊”的国标码,又可表示西文“0”和“!”的 ASCII 码。为此,汉字机内码应对国标码加以适当处理和变换。

国标码的机内码为两字节长的代码,它是在相应国标码的每个字节最高位上加“1”,即

$$\text{汉字机内码} = \text{汉字国标码} + 8080\text{H}$$

例如,上述“啊”字的国标码是 3021H,其汉字机内码则是 B0A1H。

汉字机内码的基础是汉字国标码。

汉字机内码、国标码和区位码三者之间的关系为:区位码(十进制)的两个字节分别转换为十六进制后加 2020H 得到对应的国标码;机内码是汉字交换码(国标码)两个字节的最高位分别加 1,即汉字交换码(国标码)的两个字节分别加 80H 得到对应的机内码;区位码(十进制)的两个字节分别转换为十六进制后加 A0H 得到对应的机内码。

例如,机内码为 BEDF,求区位码。

有两种方法:

① $BEDFH - A0A0H = 1E3FH = 3063D$ 。

② $BEDFH - 8080H = 3E5FH$ (国标码), $3E5FH - 2020H = 1E3FH = 3063D$ 。

常见的机内码有 GB 码、GBK 码、BIG-5 码等。

3. 字形码

字形码是点阵代码的一种。为了将汉字在显示器或打印机上输出,把汉字按图形符号设计成点阵图,就得到了相应的点阵代码。

用于显示的字库称为显示字库。显示一个汉字一般采用 16×16 点阵或 24×24 点阵或 48×48 点阵。已知汉字点阵的大小,可以计算出存储一个汉字所需占用的字节空间。

例如,用 16×16 点阵表示一个汉字,就是将每个汉字用 16 行,每行用 16 个点来表示,一个点需要 1 位二进制代码,16 个点需用 16 位二进制代码(即两个字节),共 16 行,所以需要 $16 \text{ 行} \times 2 \text{ 字节/行} = 32 \text{ 字节}$,即 16×16 点阵表示一个汉字,字形码需用 32 字节。即

$$\text{字节数} = \text{点阵行数} \times \text{点阵列数} / 8$$

用于打印的字库称为打印字库,其中的汉字比显示字库中的汉字多,而且工作时也不像显示字库需调入内存。

全部汉字字形码的集合称为汉字字库。汉字字库可分为软字库和硬字库。软字库以文件的形式存放在硬盘上,现多用这种方式;硬字库则将字库固化在一个单独的存储芯片中,再和其他必要的器件组成接口卡,插接在计算机上,通常称为汉卡。

可以这样理解,为在计算机内表示汉字而采用统一的编码方式形成的汉字编码为内码,内码是唯一的。为方便汉字输入而形成的汉字编码为输入码,属于汉字的外码,输入码因编码方式不同而不同,可以有多种。为显示和打印输出汉字而形成的汉字编码为字形码,计算机通过汉字内码在字模库中找出汉字的字形码,实现转换。

1.3 计算机与计算

1.3.1 计算机硬件与计算的概念

1. 计算机硬件的基本结构

计算机硬件的基本结构如图 1.1 所示。

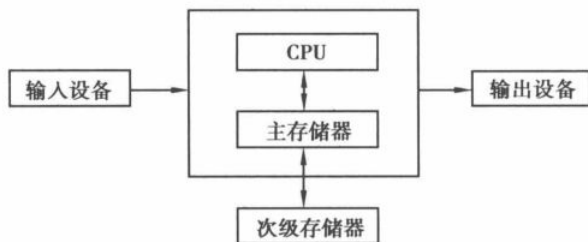


图 1.1 计算机硬件的基本结构

- CPU(中央处理器):计算机的计算部件,能够执行机器指令。

按次序排列并交给计算机逐条执行的指令序列称为程序(Program)。为了用计算机解决问题,把问题的解法表达成一个指令序列(即程序)的过程,称为程序设计或编程。

- 存储器:计算机的记忆部件,用于存储数据和程序。

存储器分为主存储器和次级存储器,它们是用不同的物理材料制造的。

现代计算机都采用冯·诺伊曼体系结构,其特点是:数据和程序都存储在主存储器中,CPU 通过访问主存储器来取得待执行的指令和待处理的数据。

- 输入/输出设备:输入设备和输出设备提供了人与计算机进行交互的手段。

2. 计算的概念

针对一个问题,设计出解决问题的程序,并由计算机来执行这个程序,这就是计算。

1.3.2 计算机语言

1. 机器语言

机器语言采用二进制代码,即所有指令都是由 0 和 1 组成的二进制序列。

2. 汇编语言

汇编语言本质上是机器指令用更加容易为人们所理解和记忆的“助忆符”形式表现出来。

为了使计算机理解汇编语言程序,需要用一种称为汇编器的程序把汇编语言程序翻译成机器语言程序。

汇编语言的缺点:

- ①学习和使用困难,开发效率低。
- ②可移植性差。

3.高级语言

高级语言相对于机器语言和汇编语言具有很多优点:

- ①高级语言吸收了人们熟悉的自然语言(英语)和数学语言的某些成分,因而非常易学、易用、易读。
- ②高级语言在构造形式和意义方面具有严格定义,从而避免了语言的歧义性。
- ③高级语言与计算机硬件没有关系,用高级语言写的程序可以移植到各种计算机上执行。

4.编译和解释

高级语言的翻译有两种方式:编译和解释。

编译器将高级语言程序(称为源代码)完整地翻译成机器语言程序(称为目标代码)。以编译方式处理源代码,对目标代码可以进行很多细致的优化,从而使程序的执行速度更快,如图 1.2 所示。

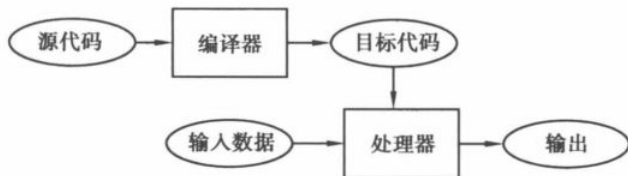


图 1.2 高级语言的编译

解释器直接分析并执行高级语言程序。解释的特点是“见招拆招”,对源代码总是临机进行解释和执行。解释性语言具有更灵活的编程环境,可以交互式地输入程序语句并立即执行,程序员面对的仿佛是一台能听懂高级语言的计算机,如图 1.3 所示。

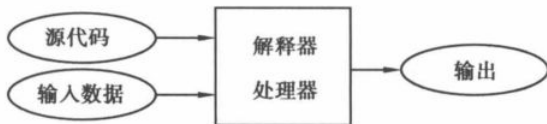


图 1.3 高级语言的解释

1.3.3 算法

解决特定问题的一系列明确可行的步骤称为算法。算法表达了解决问题的核心步骤,反映的是程序解题的逻辑。

例如:求两个自然数的最大公约数。

输入:自然数 a 、 b 。

输出:a、b 的最大公约数。

步骤:

①令 r 为 a/b 所得的余数。

②若 $r=0$, 则算法结束, b 即为答案; 否则置 $a \leftarrow b, b \leftarrow r$, 转到第①步。

对算法的两个要求:

①每个步骤必须具备明确的可操作性。

②构成算法的所有步骤必须能在有限时间内完成。

1.3.4 实现

给定一个问题, 当找到解决问题的算法后, 就需要用某种计算机语言将这个算法表示出来, 最终得到一个能被计算机执行的程序(或代码), 这个过程称为实现, 或者俗称为写代码。

严格地说, 算法和程序是不同的: 算法是用非形式化方式表述的解决问题的过程; 程序则是用形式化编程语言表述的精确代码。

1.4 计算思维

1.4.1 计算思维的定义

计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。

1.4.2 计算思维的基本原则

基本原则: 既要充分利用计算机的计算和存储能力, 又不能超出计算机的能力范围。

1.4.3 计算思维的运用

1. 问题表示

抽象是用于问题表示的重要思维工具。计算机科学中的抽象包括数据抽象和控制抽象, 简言之就是将现实世界中的各种数量关系、空间关系、逻辑关系和处理过程等表示成计算机世界中的数据结构和控制结构, 或者说建立实际问题的计算模型。

2. 算法设计

算法设计是计算思维大显身手的领域, 计算机科学家采用多种思维方式和方法来发现有效的算法。

3. 编程实现

编程实现是指借助计算机来达到某一目的或解决某个问题的过程,需使用某种程序设计语言编写程序代码,并最终得到结果。

1.4.4 计算思维的实践方式——Python 程序设计

本书后续章节将计算思维融入 Python 程序设计的教学中,使学生理解计算思维的理念,学会运用计算思维的方法去发现问题,然后寻找解决问题的途径,最终解决问题。通过 Python 程序设计的学习,达到培养学生计算思维的能力、提高学生解决问题的能力、创新能力的目的,为程序设计课程探索一条新的教学途径。



【课后习题】

1. 选择题

(1) 在下列不同进制的数据中,最小数值是()。

- A. $(1100111)_2$ B. $(256)_{10}$ C. $(512)_8$ D. $(F1)_{16}$

(2) 下列4个数中最大的是()。

- A. $(9E)_{16}$ B. $(155)_{10}$ C. $(10011100)_2$ D. $(235)_8$

(3) 二进制数 101110.11 转换为等值的八进制数是()。

- A. 45.3 B. 56.6 C. 67.3 D. 76.6

(4) 英文字符“D”的 ASCII 码用二进制表示为 01000100 , 英文字符“H”的 ASCII 码用二进制表示为()。

- A. 11111111 B. 01001000 C. 10001000 D. 00100100

(5) 已知英文字符“G”的 ASCII 码用十进制表示为 71, 则英文字符“J”的 ASCII 码用二进制表示为()。

- A. 01001010 B. 01101001 C. 01000010 D. 00100011

(6) 在下列数据中,有可能是八进制数的是()。

- A. 408 B. 677 C. 659 D. 802

(7) 以下4个数未标明属于哪个进制,但可以断定不是八进制数的是()。

- A. 128 B. 255 C. 477 D. 100

(8) 将十六进制数 $21.04H$ 转换成二进制数是()。

- A. 101010.01 B. 1000001.00001
C. 10010.0001 D. 100001.000001

(9) 对下列不同进制的数据,按照数值从小到大的顺序排列,正确的是()。

- A. $(313)_{10} < (100111010)_2 < (473)_8 < (13C)_{16}$

- 10

(23) $(3730)_8$ 年是指()年。

A. $(2000)_{10}$

B. $(2002)_{10}$

C. $(2006)_{10}$

D. $(2008)_{10}$

2. 简答题

(1) 计算机的主要功能部件有哪些?

(2) 简述机器语言、汇编语言和高级语言的定义。

(3) 简述高级语言的编译和解释的工作过程。

(4) 什么是计算思维? 计算思维的基本原则是什么?

(5) 简述进制和位权的定义。