

普通高等教育系列教材

数据结构与算法 (Python 版)

周元哲 编著



机械工业出版社

本书讲述了 Python 语言与数据结构。主要包括数据结构与算法、Python 开发环境、Python 数据类型、Python 三大结构、函数、线性表、树和二叉树、图、查找、排序、异常处理与调试等。

本书内容精炼、由浅入深，注重学习的连续性和渐进性，适合作为高等院校相关专业教材或教学参考书，也可作为计算机技术人员的应用参考书，还可作为全国计算机等级考试、软件技术资格与水平考试的培训资料。

本书配有电子课件和随书源代码，需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册，审核通过后下载，或联系编辑索取（教师服务微信：15910938545；电话：010-88379739）。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构与算法:Python 版/周元哲编著. —北京:机械工业出版社,2020.9
普通高等教育系列教材

ISBN 978-7-111-66363-8

I. ①数… II. ①周… III. ①数据结构-高等学校-教材 ②算法分析-高等学校-教材 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 158692 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:郝建伟 责任编辑:郝建伟 李培培 车 忱
责任校对:张艳霞 责任印制:常天培

北京虎彩文化传播有限公司印刷

2020 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·17.25 印张·426 千字
0001-1500 册
标准书号:ISBN 978-7-111-66363-8
定价:59.00 元

电话服务

客服电话:010-88361066
010-88379833
010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机 工 官 网:www.cmpbook.com
机 工 官 博:weibo.com/cmp1952
金 书 网:www.golden-book.com
机工教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

Python 是一种解释型、面向对象、动态数据类型的高级程序设计语言，带有各种库，在大数据、数据分析、科学计算等方面功能卓越。本书讲述了 Python 与数据结构，主要内容包括数据结构与算法、Python 开发环境、Python 数据类型、Python 三大结构、函数、线性表、树和二叉树、图、查找、排序、异常处理与调试等。学习本书内容后，建议完成数据结构课程设计。附录给出了软件考试与软件竞赛、图论相关模块、更多数据类型和习题答案。

本书具有如下特点：①代码详解。传统的数据结构教材“重理论轻代码”，往往只是给出伪代码，而本书的代码都用 Python 实现。②图文并茂。本书利用 Python 语言的特性，如使用 Python 的 deque 讲解栈、networkX 讲解图论，使得数据结构算法可视化，从而便于学生更快地掌握数据结构的思想，提高学生的编程应用开发能力。③突出实用性。本书每章都有用 Python 实现该章内容的案例。

西安邮电大学郝羽、李晓戈、孟伟君、高巍然和孔韦韦等阅读了部分手稿。作为西安邮电大学 ACM 教练，本书与众多同行交流，ACM 亚洲区第一训练委员会主任吴永辉、桂林电子科技大学王子民、华东交通大学周娟、北京化工大学刘勇、中国石油大学（华东）张学辉、太原理工大学林福平、中南民族大学刘卫平，以及机械工业出版社郝建伟等对本教材的写作大纲、写作风格等提出了很多宝贵意见，西安邮电大学 ACM 集训队杨晨磊、张天泰、黄文丰、黄昊、江永文等调试了部分代码。衷心感谢各位的支持和帮助。

本书在写作过程中参阅了大量中英文的专著、教材、论文、报告及网上的原创文章，由于篇幅所限，未能一一列出，在此，一并表示敬意和衷心的感谢。

本书内容精炼、文字简洁、结构合理、实训题目经典实用、综合性强，特别适合作为高等院校相关专业教材或教学参考书，也可供计算机技术人员参考。本书采用 Python 3 版本，所有程序都在 Anaconda 中进行调试和运行。由于作者水平有限，时间紧迫，本书难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

本书编者的电子信箱是 zhouyuanzhe@163.com。

编 者

目 录

前言

第 1 章 数据结构与算法..... 1

1.1 程序 1

1.2 数据结构 2

1.2.1 数据结构的核心地位 2

1.2.2 数据结构的组成..... 2

1.3 算法 3

1.3.1 算法的 5 个属性..... 4

1.3.2 算法的 3 个层次..... 4

1.4 算法复杂度 5

1.4.1 空间复杂度 5

1.4.2 时间复杂度 6

1.4.3 提高算法效率的方法 6

1.5 算法表示方式 7

1.5.1 流程图 8

1.5.2 N-S 图 8

1.5.3 伪语言 9

1.6 习题 9

第 2 章 Python 开发环境 10

2.1 Python 简介..... 10

2.1.1 Python 的特点 10

2.1.2 Python 的应用场合 11

2.2 Python 解释器..... 12

2.2.1 Ubuntu 下安装 Python 12

2.2.2 Windows 下安装 Python 13

2.3 Python 编辑器 14

2.3.1 IDLE 14

2.3.2 PyCharm 15

2.3.3 Anaconda 17

2.3.4 Jupyter Notebook 22

2.4 代码书写规则..... 23

2.4.1 缩进 23

2.4.2 逻辑行与物理行 23

2.4.3 注释 24

2.4.4 编码风格 25

2.5 习题..... 25

第 3 章 Python 数据类型 26

3.1 变量..... 26

3.1.1 变量命名 26

3.1.2 变量引用 27

3.2 运算符..... 27

3.2.1 算术运算符 27

3.2.2 关系运算符 28

3.2.3 赋值运算符 29

3.2.4 逻辑运算符 29

3.2.5 位运算符 30

3.2.6 成员运算符 31

3.2.7 身份运算符 31

3.3 表达式..... 31

3.3.1 表达式的概念 31

3.3.2 运算符的优先级 32

3.4 数据类型..... 32

3.4.1 数据类型的概念 32

3.4.2 数据类型的分类 33

3.5 数值..... 33

3.5.1 数值的概念 33

3.5.2 数值的操作 33

3.6 列表..... 34

3.6.1 列表的概念 34

3.6.2 列表的操作 34

3.7 元组..... 39

3.7.1 元组的概念 39

3.7.2 元组的操作 39

3.8 字符串..... 40

3.8.1 字符串的概念 40

3.8.2 字符串的操作 41

3.9 字典..... 42

3.9.1 字典的概念 42

3.9.2 字典的操作	43	4.8.3 pass 语句	68
3.10 集合	46	4.9 迭代器	69
3.10.1 集合的概念	46	4.9.1 iter() 方法	69
3.10.2 集合的操作	46	4.9.2 next() 方法	69
3.10.3 集合运算	48	4.10 实例	69
3.11 组合数据总结	49	4.10.1 猴子吃桃问题	69
3.11.1 相互关系	49	4.10.2 买地铁车票	70
3.11.2 数据类型转换	49	4.10.3 打印金字塔	70
3.12 实例	50	4.10.4 冰雹数列	71
3.12.1 发扑克牌	50	4.10.5 输出特定三角形	71
3.12.2 统计相同单词出现的次数	51	4.11 习题	72
3.12.3 计算两个日期间隔天数	51	第5章 函数	73
3.13 习题	52	5.1 函数声明与调用	73
第4章 Python 三大结构	53	5.1.1 函数声明	73
4.1 3种基本结构	53	5.1.2 函数调用	73
4.2 顺序结构	53	5.1.3 函数返回值	75
4.2.1 输入、处理和输出	54	5.2 参数传递	76
4.2.2 顺序程序设计举例	57	5.2.1 实参与形参	76
4.3 选择结构	57	5.2.2 传对象引用	76
4.3.1 单分支	57	5.3 参数分类	77
4.3.2 双分支	58	5.3.1 必备参数	77
4.3.3 多分支	58	5.3.2 默认参数	78
4.3.4 分支嵌套	60	5.3.3 关键参数	78
4.4 循环概述	61	5.3.4 不定长参数	78
4.4.1 循环结构	61	5.4 两类特殊函数	79
4.4.2 循环分类	62	5.4.1 lambda 函数	79
4.5 while 语句	62	5.4.2 递归函数	80
4.5.1 基本形式	62	5.5 变量作用域	82
4.5.2 else 语句	63	5.5.1 局部变量	82
4.5.3 无限循环	63	5.5.2 全局变量	82
4.6 for 语句	64	5.6 实例	83
4.6.1 应用序列类型	64	5.6.1 筛选法求素数	83
4.6.2 内置函数 range()	65	5.6.2 可逆素数	83
4.7 循环嵌套	65	5.6.3 递归求 x^n	84
4.7.1 循环嵌套的概念	65	5.6.4 孪生素数	84
4.7.2 循环嵌套实现	66	5.6.5 汉诺塔	85
4.8 辅助语句	67	5.6.6 完全数	86
4.8.1 break 语句	67	5.6.7 逆置	87
4.8.2 continue 语句	68	5.6.8 气温上升最长天数	87

5.6.9 兔子上楼梯	88	7.3.4 层序遍历	113
5.7 习题	89	7.4 由遍历序列创建二叉树	113
第6章 线性表	90	7.4.1 由先序、中序推出后序遍历 ..	113
6.1 线性表的相关概念	90	7.4.2 由中序、后序推出先序遍历 ..	114
6.2 线性表的存储	90	7.4.3 由先序、后序推出中序遍历 ..	114
6.2.1 线性存储	90	7.5 二叉树的创建	114
6.2.2 链式存储	90	7.6 哈夫曼树	115
6.3 单链表操作	91	7.6.1 哈夫曼编码	115
6.3.1 单链表的概述	91	7.6.2 哈夫曼算法	115
6.3.2 单链表的操作实现	91	7.7 树和二叉树的关系	119
6.4 栈	93	7.7.1 树的存储	119
6.4.1 栈的相关概念	93	7.7.2 树与二叉树转换	120
6.4.2 栈的操作	94	7.8 实例	121
6.5 队列	95	7.8.1 打印二叉树深度	121
6.5.1 队列的相关概念	95	7.8.2 打印二叉树左右视图	122
6.5.2 队列的操作	96	7.8.3 二叉树左右交换	124
6.6 字符串	97	7.8.4 括号组合	125
6.6.1 字符串的相关概念	97	7.8.5 对称二叉树	126
6.6.2 字符串的操作	97	7.9 习题	127
6.7 实例	98	第8章 图	129
6.7.1 斐波那契数列	98	8.1 图的概述	129
6.7.2 判断回文数	99	8.1.1 图的相关概念	129
6.7.3 模式匹配	100	8.1.2 NetworkX 库	129
6.7.4 字符串统计	103	8.2 图的存储	130
6.7.5 Anagrams 问题	104	8.2.1 邻接矩阵	130
6.7.6 年龄问题	104	8.2.2 邻接表	134
6.7.7 恺撒密码	105	8.3 图的遍历	136
6.8 习题	106	8.3.1 深度优先遍历	136
第7章 树和二叉树	108	8.3.2 广度优先遍历	138
7.1 树和二叉树的概述	108	8.4 最小生成树	139
7.1.1 树和二叉树的相关概念	108	8.4.1 克鲁斯卡尔 (Kruskal) 算法 ..	139
7.1.2 二叉树的性质	109	8.4.2 普里姆 (Prim) 算法	142
7.2 二叉树存储	110	8.5 最短路径	144
7.2.1 顺序存储	110	8.5.1 迪杰斯特拉 (Dijkstra) 算法 ..	144
7.2.2 链式存储	111	8.5.2 弗洛伊德 (Floyd) 算法	148
7.3 二叉树遍历	111	8.6 实例	151
7.3.1 先序遍历	112	8.6.1 旅游路线	151
7.3.2 中序遍历	112	8.6.2 单词搜索	152
7.3.3 后序遍历	112	8.7 习题	153

第 9 章 查找	154	10.6.1 时间性能	192
9.1 查找算法	154	10.6.2 空间性能	192
9.2 基于线性表查找	154	10.6.3 稳定性能	193
9.2.1 顺序查找	154	10.6.4 排序算法的选择准则	193
9.2.2 二分查找	156	10.7 Python 自身排序算法	193
9.2.3 分块查找	157	10.7.1 sorted()	194
9.3 二叉排序树	159	10.7.2 list.sort()	194
9.3.1 二叉排序树的特性	159	10.7.3 list.reverse()	194
9.3.2 二叉排序树的操作	161	10.8 实例	194
9.4 平衡二叉树	164	10.8.1 有序序列插入元素	194
9.4.1 平衡因子	165	10.8.2 求解第二大整数	195
9.4.2 构建平衡二叉树	166	10.8.3 输出最小的 k 个数	196
9.5 哈希表	168	10.9 习题	197
9.6 哈希算法	168	第 11 章 异常处理与调试	198
9.6.1 哈希函数	168	11.1 错误类型	198
9.6.2 Python 内置方法	169	11.1.1 语法错误	198
9.7 解决冲突的方法	169	11.1.2 运行时错误	198
9.7.1 开放定址法	170	11.1.3 逻辑错误	198
9.7.2 链地址法	172	11.2 捕获和处理异常	199
9.8 Python 自身查找算法	172	11.2.1 try...except...else 语句	199
9.9 实例	173	11.2.2 try...finally 语句	200
9.9.1 查找最大值或最小值	173	11.2.3 raise 语句	200
9.9.2 二分查找法递归实现	174	11.2.4 自定义异常	201
9.9.3 查找出现次数最多的整数	174	11.3 3 种调试手段	201
9.10 习题	175	11.4 Python 调试工具	202
第 10 章 排序	176	11.4.1 IDLE	202
10.1 排序概述	176	11.4.2 IPDB	203
10.2 插入排序	177	11.4.3 Spyder	204
10.2.1 直接插入排序	177	11.4.4 PDB	205
10.2.2 折半插入排序	178	11.4.5 PyCharm	206
10.2.3 希尔排序	179	11.5 习题	209
10.3 交换排序	181	附录	210
10.3.1 冒泡排序	181	附录 A 软件考试和软件竞赛	210
10.3.2 快速排序	182	A.1 全国计算机等级考试二级	
10.4 选择排序	184	Python 语言程序设计考试	
10.4.1 简单选择排序	184	(2018 年版)	210
10.4.2 堆排序	186	A.1.1 基本要求	210
10.5 归并排序	191	A.1.2 考试内容	210
10.6 排序总结	192	A.1.3 考试方式	211

A. 2	ACM 国际大学生程序设计 竞赛	212	B. 2. 2	5 种图形	229
A. 2. 1	在线判题系统	212	B. 3	NetworkX	232
A. 2. 2	ACM 训练环境	212	B. 3. 1	图	232
A. 2. 3	ACM 的算法知识点	215	B. 3. 2	节点	233
A. 3	CSP 认证	219	B. 3. 3	边	234
A. 3. 1	CSP 认证简介	219	B. 3. 4	相关属性	236
A. 3. 2	认证形式	220	B. 4	在线图结构绘制工具	238
A. 3. 3	涉及知识点	220	B. 4. 1	Graph Editor	238
A. 4	牛客网	220	B. 4. 2	Graphviz	238
A. 5	力扣	221	附录 C	更多数据类型	239
附录 B	图论相关模块	222	C. 1	collections 模块	239
B. 1	NumPy	222	C. 1. 1	namedtuple	239
B. 1. 1	NumPy 简介	222	C. 1. 2	deque	239
B. 1. 2	创建数组	222	C. 1. 3	Counter	242
B. 1. 3	查看数组	224	C. 1. 4	OrderedDict	242
B. 1. 4	索引和切片	224	C. 1. 5	ChainMap	243
B. 1. 5	矩阵运算	225	C. 2	heapq 模块	243
B. 1. 6	5 个 NumPy 函数	226	C. 3	array 模块	245
B. 2	Matplotlib	229	附录 D	参考答案	248
B. 2. 1	Matplotlib 简介	229	参考文献	267