

异步图书  
www.epubit.com

Packt

一本帮助你轻松掌握数据结构的实用指南  
Objective-C、C#、Java和Swift多种语言案例

# 程序员学 数据结构

Everyday Data Structures

[美] 威廉·史密斯 (William Smith) 著  
崔敖 译

中国工信出版集团

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 程序员学 数据结构

Everyday Data Structures

[美] 威廉·史密斯 (William Smith) 著

崔敖 译

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

程序员学数据结构 / (美) 威廉·史密斯  
(William Smith) 著 ; 崔敖译. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2018.7  
ISBN 978-7-115-48280-8

I. ①程… II. ①威… ②崔… III. ①数据结构  
IV. ①TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第076807号

## 版权声明

Copyright ©2017 Packt Publishing. First published in the English language under the title Everyday Data Structures.

All rights reserved.

本书由英国 **Packt Publishing** 公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的任何部分不得以任何方式或任何手段复制和传播。

版权所有, 侵权必究。

- 
- ◆ 著 [美] 威廉·史密斯 (William Smith)
  - 译 崔 敖
  - 责任编辑 武晓燕
  - 责任印制 焦志炜
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
固安县铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 19.25  
字数: 378 千字 2018 年 7 月第 1 版  
印数: 1-2 400 册 2018 年 7 月河北第 1 次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2017-9347 号

---

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

# 内容提要

本书由浅入深地详细讲解了计算机存储使用的多种数据结构。本书首先讲解了初级的数据结构（如表、栈、队列和堆等），具体包括它们的工作原理、功能实现以及典型的应用程序等；然后讨论了更高级的数据结构，如泛型集合、排序、搜索和递归等；最后介绍了如何在日常应用中使用这些数据结构。

本书通过实际案例向读者介绍了多种数据结构及其潜在应用，教会读者如何分析问题、选择合适的数据结构解决方案等。本书的一大特色是使用多种语言（C#、Java、Objective-C 和 Swift）进行讲述。

本书适合初学编程或自学编程的人员以及计算机相关专业的教师和学生阅读，也非常适合程序员参考。

# 作者简介

**William Smith** 早年获得了环境科学与商务管理学位，在环境领域从事了数年的专业工作。他的软件开发经历始于 1988 年，并在从事环境领域工作时，始终将编程作为他的兴趣爱好，不断进行软件开发。后来他进入了马里兰大学深造，并获得了计算机科学学位。

William 现在是一名独立软件开发工程师和专业技术图书的作者。他成立了 Appsmiths 公司，该公司的主要业务是软件开发和咨询，致力于使用原生工具和跨平台工具（如 Xamarin 和 Monogame）来进行移动应用和游戏开发。

William 与他的夫人和孩子一起居住在西佛吉尼亚州的乡村，全家享受着打猎、钓鱼和露营带给他们的乐趣。

# 评阅人简介

**Aditya Abhay Halabe** 是 Springer Nature 科技部门的一名全栈 Web 应用工程师。他的编程经验非常丰富，精通 Scala、Java、Graph 等语言，主要进行多种框架下的文档存储数据库工作和微型 Web 服务开发。他热衷于开发工作，并乐于接受技术上的新挑战和新职责。在这之前，Aditya 还作为顾问和开发工程师先后供职于 Oracle 和 John Deere Ltd。

# 前言

作为软件开发人员，在面对全新的任务和挑战时，我们常常会将这些问题分解为自己所熟知的各类解决方案和代码片段，并根据客户需求和任务截止日期（或称为发薪日），选出最快的方案进行开发。但是，这样做只是单纯地完成了工作要求，有时对于学到更多的开发技巧和理念从而成为一名更优秀、更高效的开发者的帮助并没有想象中的那么大。

本书涵盖了数据类型和数据结构的相关知识，能够帮助编程新手、胸怀抱负的开发人员或者是有一定经验却疲于奔命的程序员理清上述领域的基础概念。为此，本书会从常用的数据类型和数据结构开始，对它们的创建方式、工作原理、功能实现以及日常应用的适用范围等话题展开详细的介绍。通过本书，读者不仅能掌握更多的基础知识、编程技巧和开发能力，还能学到新的开发理念，从而进一步利用好这些基本的数据结构。

## 本书涵盖的内容

第 1 章“数据类型：基本的数据结构”概述了构成数据结构的基本数据类型。本章对基本数据类型做了快速回顾，某些读者甚至都已熟知了其中所讨论的部分内容。读者需要特别注意这些数据类型所适用的典型应用、最佳实现以及在不同开发平台上它们之间的区别。

第 2 章“数组：基本数据集”介绍了数组。本章将会对数组这种数据结构的具体细节、典型应用和它在不同开发语言中的区别展开详细讨论。本章是重要的基础性章节，后续讨论到的很多数据结构都是基于数组构建的。

第 3 章“列表：线性数据集”涵盖了列表数据结构的具体细节，包含列表的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 4 章“栈：后入先出的数据集”介绍了栈这种数据结构。读者将会从本章学习到栈的具体细节，其中包括栈的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。



第 5 章“队列：先入先出的数据集”介绍了队列数据结构的具体细节，包括队列的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 6 章“字典：关键字数据集”深入探讨了字典数据结构的具体细节，包括字典最常用的操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 7 章“集合：不包含重复项的数据集”讨论了集合数据结构的具体细节，其中包括集合论的基础知识、集合的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 8 章“结构体：更为复杂的数据类型”探索了结构体的具体细节，包括结构体的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 9 章“树：非线性数据结构”介绍了抽象树结构，尤其是二叉树的具体细节，其中包括树结构的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 10 章“堆：有序树”深入探讨了堆数据结构的具体细节，包括堆的常用操作、典型应用以及它在不同开发语言中的区别。

第 11 章“图：互相连接的对象”介绍了图这种数据结构的具体细节，包括图的常用操作、典型应用和它在不同开发语言中的区别。

第 12 章“排序：为混乱带来秩序”是本书的高级章节，引出了排序的基本概念，重点介绍了一些常用的排序算法，其中还包括了这些排序算法的复杂度、典型应用以及它们在不同开发语言中的区别。

第 13 章“查找：找你所需”同样是本书的高级章节，引出了在特定数据结构上进行查找操作的概念，重点介绍了一些常用的查找算法，其中还包括了这些查找算法的复杂度、典型应用以及它们在不同开发语言中的区别。

## 读者所需的准备工作

本书为使用 Mac、PC 甚至是 Linux 计算机的读者提供了丰富的代码示例。为了充分理解本书中的内容，读者需要具备一台现代计算机，以及一个在该计算机上正常运行的开发环境，如 Visual Studio、XCode、Eclipse 或 NetBeans 等，以便运行这些示例代码。

## 本书的目标读者

本书能够帮助读者提高他们在数据结构相关领域的编程知识和技巧。具体来说，本书的目标读者是初学编程或自学编程的人员，以及那些编程经验不满 4 年的开发人员。本书主要通过移动应用开发中最常用的 4 种编程语言来对书中的内容进行讲解，因此目标读者还包含那些对移动应用开发感兴趣的编程人员。本书的读者应具有基本的编程概念，能够



创建控制台应用程序，并且能使用相关的集成开发环境（IDE）。

## 排版约定

本书的正文部分会根据内容使用不同的格式加以区分。以下是这些格式的示例和它们所代表的意义。

本书中的每章都会包含对应的案例学习或相似的代码示例，用以详细介绍特定数据结构的使用。因此，本书会含有很多示例代码。

示例代码段会以下列格式印刷：

```
public boolean isEmpty()
{
    return this._commandStack.empty();
}
```

需要重点关注的代码会用粗体进行标注：

```
func canAddUser(user: EDSUser) -> Bool
{
    if (_users.contains(user))
    {
        return false;
    } else {
        return true;
    }
}
```

新名词或关键词会以粗体印刷。可能出现在菜单或对话框中的语句会用以下字体表示，如 `isFull()` 等。

本书还会对算法涉及的数学概念进行讨论，会使用大 O 记号来标注所有的算法复杂度，如“然而，这只能算是一个很小的心理安慰，因为整个选择排序算法的复杂度为  $O(n^2)$ ”中所示。



需要注意的内容将以这种格式呈现。



提示和技巧将以这种格式呈现。

## 读者反馈

我们欢迎您对本书的反馈。若需对本书提出任何意见，请将您的反应用电子邮件发送至 [feedback@packtpub.com](mailto:feedback@packtpub.com)，并在邮件标题中标明本书的书名。我们将根据您的反馈进行评估。若您希望成为一名作者，愿意在您精通的领域发表著作，可以访问 Packt 官网获得更多信息。

## 客户支持

我们为每一位拥有 Packt 图书的读者都提供了相应服务。

## 下载示例代码

您可访问 Packt 官网下载本书所有的示例代码文件。若您在别的地方购买了本书，可访问 Packt 官网并进行注册，我们会通过电子邮件将这些示例代码文件发送给您。

您也可通过以下步骤下载本书的示例代码文件：

1. 在我们的网站上使用电子邮件地址注册或登录您的账户；
2. 将鼠标指针移动至网页顶端的 **SUPPORT** 标签上；
3. 单击 **Code Downloads & Errata**；
4. 在 **Search** 框中输入本书的书名；
5. 选出您所查找的书目；
6. 从下拉菜单中选择您在何处购买到本书的；
7. 单击 **Code Download**。

下载到了文件后，请您确保拥有以下解压缩软件的最新版本，以便文件得到正确解压：

- Windows 版 WinRAR / 7-Zip；
- Mac 版 Zipeg / iZip / UnRarX；
- Linux 版 7-Zip / PeaZip。

本书的示例代码文件也托管在 GitHub 中，您也可在异步社区 ([www.epubit.com](http://www.epubit.com)) 上下载。我们还在 GitHub 中托管了其他大量的图书和视频，欢迎查阅！

## 勘误

我们使用了各种手段，尽可能地保证本书内容的正确性，但事无绝对，书中可能还存在未发现的错误。若您发现书中内容或代码存在错误之处，请及时向我们反馈，我们会非常感谢您的帮助。您可访问 Packt 官网选中出错的图书，单击 **Errata Submission Form** 链接，输入错误的详细内容，来向我们报告这些错误。我们会对您提交的内容进行核实，若属实，我们进行对应的勘误，并将该内容添加至对应图书的勘误表中。

若要查看之前提交的勘误内容，可访问 Packt 官网在搜索框中输入对应的书名进行查看，相应的内容会出现在 **Errata** 中。

## 反盗版声明

互联网上的盗版问题是所有媒体都正面临的严峻问题。Packt 公司对待版权保护和授权工作的态度非常严肃。若您在互联网上遇到了我公司所有内容的非法复制品，无论该复制品是以何种方式进行呈现，我们都希望您能立即向我们提供展示该复制品的网站地址和网站名称，以便我们进行补救。

可将涉嫌盗版的材料通过 [copyright@packtpub.com](mailto:copyright@packtpub.com) 发送给我们。

我们非常感谢您对作者和我们内容保护工作所提供的支持。

## 疑问

若您对本书有任何疑问，可通过 [questions@packtpub.com](mailto:questions@packtpub.com) 与我们取得联系，我们将尽可能地帮助您解决问题。

# 资源与支持

本书由异步社区出品，社区 (<https://www.epubit.com/>) 为您提供相关资源和后续服务。

## 配套资源

本书提供如下资源：

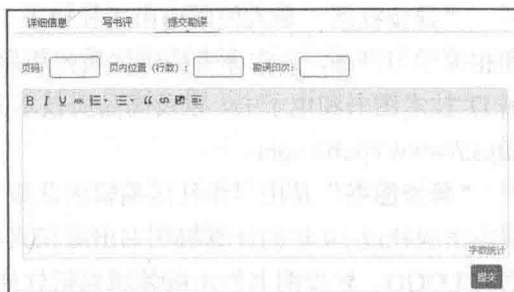
- 本书源代码。

要获得以上配套资源，请在异步社区本书页面中点击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

## 提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，点击“提交勘误”，输入勘误信息，点击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。



## 扫码关注本书

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



## 与我们联系

我们的联系邮箱是 [contact@epubit.com.cn](mailto:contact@epubit.com.cn)。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发邮件给我们；有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿（直接访问 [www.epubit.com/selfpublish/submission](http://www.epubit.com/selfpublish/submission) 即可）。

如果您是学校、培训机构或企业，想批量购买本书或异步社区出版的其他图书，也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为，包括对图书全部或部分内容的非授权传播，请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

## 关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区，致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品，为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月，提供大量精品 IT 技术图书和电子书，以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区



微信服务号

# 目录

<b>第 1 章 数据类型：基本的数据结构</b> .....1	
1.1 数值数据类型.....1	
1.1.1 整型.....2	
1.1.2 单精度浮点类型.....10	
1.1.3 双精度浮点类型.....12	
1.1.4 货币类型.....15	
1.1.5 类型转换.....17	
1.2 布尔数据类型.....20	
1.2.1 运算符优先级.....22	
1.2.2 短路求值.....22	
1.3 字符串.....26	
1.4 小结.....29	
<b>第 2 章 数组：基本数据集</b> .....30	
2.1 可变数组与不可变数组.....32	
案例学习：用户登录到一个 Web 服务.....32	
2.2 高级话题.....43	
2.2.1 线性查找.....43	
2.2.2 原始数组.....45	
2.2.3 对象数组.....46	
2.2.4 混合数组.....46	
2.2.5 多维数组.....47	
2.2.6 不规则数组.....49	
2.3 小结.....49	
<b>第 3 章 列表：线性数据集</b> .....50	
3.1 列表的实现.....51	
3.1.1 数组表.....52	
3.1.2 链表.....53	
3.2 列表的实例化.....53	
3.3 案例回顾：用户登录到一个 Web 服务.....55	
3.3.1 泛型.....59	
3.3.2 案例学习：自行车路径.....60	
3.4 双链表.....73	
3.5 查找.....73	
3.6 一些指针.....74	
3.7 小结.....74	
<b>第 4 章 栈：后入先出的数据集</b> .....75	
4.1 栈的初始化.....75	
4.1.1 UINavigationController.....76	
4.1.2 栈的操作.....77	
4.2 案例学习：运动规划算法.....77	

4.3 高级话题——栈的实现 .....	88	7.5.3 数组集合 .....	151
4.3.1 数组栈 .....	88	7.6 小结 .....	151
4.3.2 链表栈 .....	88	<b>第 8 章 结构体：更为复杂的数据类型</b> .....	152
4.4 小结 .....	89	8.1 基本要点 .....	152
<b>第 5 章 队列：先入先出的数据集</b> .....	90	8.1.1 C# .....	152
5.1 队列的初始化 .....	91	8.1.2 Java .....	158
5.2 案例学习：客户服务 .....	93	8.1.3 Objective-C .....	158
5.3 高级话题 .....	106	8.1.4 Swift .....	161
5.3.1 数组队列 .....	106	8.2 枚举类型 .....	165
5.3.2 链表队列 .....	106	8.3 小结 .....	170
5.3.3 堆队列 .....	106	<b>第 9 章 树：非线性数据结构</b> .....	171
5.3.4 双端队列 .....	107	9.1 树结构与树类型 .....	171
5.3.5 优先级队列 .....	107	9.2 树的相关术语 .....	172
5.4 小结 .....	107	9.3 树的基本操作 .....	173
<b>第 6 章 字典：关键字数据集</b> .....	108	9.4 树的实例化 .....	174
6.1 字典的初始化 .....	109	9.5 树的结构 .....	174
6.2 案例学习：游戏代币统计 .....	113	9.6 递归 .....	207
6.3 高级话题 .....	125	9.7 遍历 .....	208
6.3.1 散列表字典 .....	126	9.8 小结 .....	209
6.3.2 查找树字典 .....	126	<b>第 10 章 堆：有序树</b> .....	210
6.4 小结 .....	126	10.1 堆的实现 .....	210
<b>第 7 章 集合：不包含重复项的数据集</b> .....	127	10.2 堆的操作 .....	211
7.1 集合论 .....	128	10.3 堆的实例化 .....	212
7.2 集合的初始化 .....	129	10.4 最小堆结构 .....	212
7.3 案例回顾：用户登录到一个 Web 服务 .....	133	10.5 常见应用场景 .....	227
7.4 案例学习：音乐播放列表 .....	137	10.6 小结 .....	227
7.5 高级话题 .....	150	<b>第 11 章 图：互相连接的对象</b> .....	228
7.5.1 散列表集合 .....	150	11.1 概念图示 .....	228
7.5.2 树集合 .....	151	11.2 图的操作 .....	229



---

11.3 图的实现.....	231	12.5 归并排序.....	268
11.4 图数据结构.....	231	12.6 桶排序.....	273
11.5 小结.....	249	12.7 小结.....	276
<b>第 12 章 排序：为混乱带来秩序.....</b>	<b>250</b>	<b>第 13 章 查找：找你所需.....</b>	<b>277</b>
12.1 选择排序.....	251	13.1 线性查找.....	277
12.2 插入排序.....	255	13.2 二分查找.....	281
12.3 冒泡排序.....	259	13.3 跳跃查找.....	284
12.4 快速排序.....	263	13.4 小结.....	289

# 第 1 章

## 数据类型：基本的数据结构

将数据类型称作基本的数据结构可能有些用词不当，但开发人员往往使用这些数据类型来构建他们自己的类和数据集，因此从他们的角度思考的话，这样的称呼也未尝不可。所以，在我们进一步学习数据结构之前，最好先快速地回顾一下数据类型，毕竟这些数据类型是本书内容的基础。本章旨在从全局角度回顾那些最常用和最重要的基础数据类型。如果你已经对这些基础概念有了较深刻的理解，可视情况略读或跳过本章。

本章将涵盖以下主要内容：

- 数值数据类型；
- 类型转换、缩限转换及扩展转换；
- 32 位和 64 位架构数据类型的区别；
- 布尔数据类型；
- 逻辑运算；
- 运算优先级；
- 嵌套运算；
- 短路求值；
- 字符串数据类型；
- 字符串的可变性。

### 1.1 数值数据类型

C#、Java、Objective-C 和 Swift 这 4 种语言中全部数值数据类型的详细说明都可以再写一本书了。这里，我们只回顾每种语言中最常用的数值数据类型标识符。评价这些数据类型最简单的方法是基于其实际数据大小用每个语言分别举例，并在同一个框架内来分析讨论。