

全彩印刷，实例讲解易于理解的人工智能基础算法

多种语言版本示例代码、丰富的在线资源，方便动手实战与拓展学习

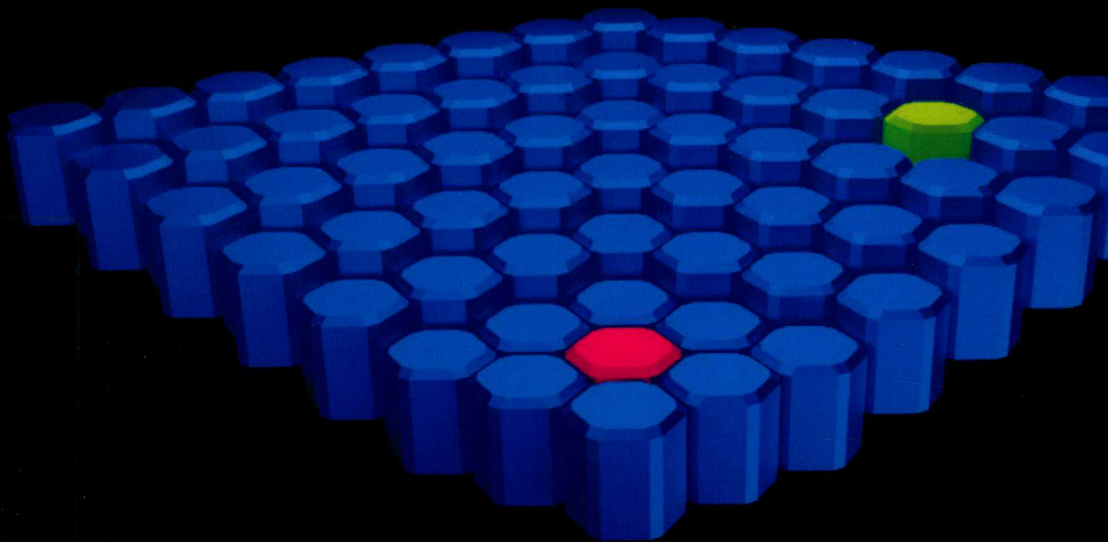
异步图书
www.epubit.com

人工智能算法 (卷1)：基础算法

Artificial Intelligence for Humans

Volume 1: Fundamental Algorithms

[美] 杰弗瑞·希顿 (Jeffery Heaton) 著 李尔超 译



中国工信出版集团



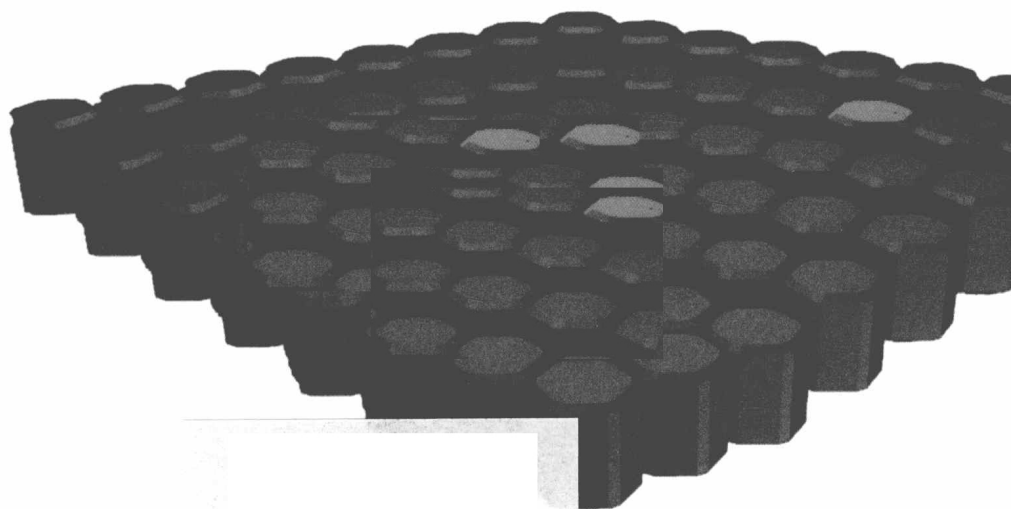
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

人工智能算法 (卷1)：基础算法

Artificial Intelligence for Humans

Volume 1: Fundamental Algorithms

[美] 杰弗瑞·希顿 (Jeffery Heaton) 著 李尔超 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

人工智能算法. 卷1, 基础算法 / (美) 杰弗瑞·希顿 (Jeffery Heaton) 著; 李尔超译. — 北京: 人民邮电出版社, 2020. 1

ISBN 978-7-115-52340-2

I. ①人… II. ①杰… ②李… III. ①人工智能—算法理论 IV. ①TP311

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第282443号

版权声明

Simplified Chinese translation copyright ©2020 by Posts and Telecommunications Press.

ALL RIGHTS RESERVED.

Artificial Intelligence for Humans, Volume 1: Fundamental Algorithms by Jeffery Heaton

Copyright © 2019 Jeffery Heaton.

本书中文简体版由作者 Jeffery Heaton 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] 杰弗瑞·希顿 (Jeffery Heaton)
 - 译 李尔超
 - 责任编辑 陈冀康
 - 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>
 - 北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

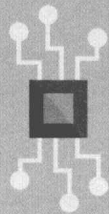
 - ◆ 开本: 720×960 1/16
 - 印张: 11.75
 - 字数: 146 千字 2020 年 1 月第 1 版
 - 印数: 1-2 500 册 2020 年 1 月北京第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2019-5164 号

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

算法是人工智能技术的核心。本书介绍了人工智能的基础算法，全书共 10 章，涉及维度法、距离度量算法、K 均值聚类算法、误差计算、爬山算法、模拟退火算法、Nelder-Mead 算法和线性回归算法等。书中所有算法均配以具体的数值计算来进行讲解，读者可以自行尝试。每章都配有程序示例，GitHub 上有多种语言版本的示例代码可供下载。

本书适合作为人工智能入门读者以及对人工智能算法感兴趣的读者阅读参考。



前言 / PREFACE

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是一个覆盖许多下级学科的宽泛领域, 本系列图书涵盖了当中的部分特定主题, 而本书则是系列书的第1卷。接下来几小节将会对本系列图书和本卷一一进行介绍。

系列图书介绍

本系列图书将向读者介绍人工智能领域的各种热门主题。由于人工智能是一个庞大而繁杂的领域, 并且其涵盖的内容与日俱增, 任何一本书都只可能专注于特定领域, 因此本书也无意成为一本巨细靡遗的人工智能教程。

本系列图书以一种数学上易于理解的方式讲授人工智能相关概念, 这也是本系列图书英文书名中 “for Human” 的含义。此外:

- 本系列图书假定读者精通至少一门编程语言;
- 本系列图书假定读者对大学代数课程有基本的了解;
- 本系列图书将使用微积分、线性代数、微分方程与统计学中的相关概念和公式;
- 但是在解释上述第3点的相关内容时, 本系列图书并不会假定读者对相关内容十分熟练;
- 所有概念都不仅有数学公式, 还附有编程实例和伪代码。

本系列图书的目标读者是精通至少一门编程语言的程序员, 且书中示例均已改写为多种编程语言的形式。



编程语言

本书中只是给出了伪代码，而具体示例代码则以Java、C#、R、C/C++和Python等语言形式提供，此外还有社区支持维护的Scala语言版本。社区成员们正在努力将示例代码转换为更多其他的编程语言，说不定当你拿到本书的时候，你喜欢的编程语言也有了相应的示例代码。访问本书的GitHub开源仓库可以获取更多信息，同时我们也鼓励社区协作来帮我们完成代码改写和移植工作。如果你也希望加入协作，我们将不胜感激。更多相关流程信息可以参见本书附录A。

在线实验环境

所有的线上实验环境资料均可在以下网址中找到：

<http://www.aifh.org>

这些在线环境使你就算是在移动设备上阅读电子书时也能尝试各种示例。

代码仓库

本系列图书中的所有代码均基于开源许可证Apache 2.0发布，相关内容可以在以下GitHub开源库中获取：

<https://github.com/jeffheaton/aifh>

附带JavaScript实验环境示例的在线实验环境则保存在以下GitHub开源库中：

<https://github.com/jeffheaton/aifh-html>^①

① 定向内容已失效，读者可考虑访问另一个网址：<https://www.heatonresearch.com/aifh/>——译者注。



如果你发现有任何疏漏抑或不妥之处，欢迎在 GitHub 上分叉项目并推送提交来进行修订，你也将可以成为日益壮大的贡献者群体之一。更多关于贡献代码的信息请参见本书附录 A。

系列图书出版计划

本系列图书的写作计划：

- 卷0：AI 数学入门；
- 卷1：基础算法；
- 卷2：自然启发算法；
- 卷3：深度学习和神经网络；
- 卷4：支持向量机；
- 卷5：概率学习。

卷1~卷5将会依次出版；而卷0则会作为“提前计划好的前传”，在本系列图书的出版接近尾声之际完成。卷1~卷5会讲解必要的数学概念，卷0则会专注于对这些概念进行回顾，并在此基础上进行一定的拓展。

卷0既可以是阅读本系列图书的开端，也可以作为本系列图书的总结；卷1的阅读顺序最好在后续几卷之前；卷2的部分内容对读者理解卷3的内容又有所助益。图1展示了我们建议的合理的阅读顺序。

本系列图书的每一卷均可独立阅读，也可作为本系列图书整体阅读。但需要注意的是，卷1中列出了后续各卷所使用的各种基本算法，并且这些算法本身既是基础，也不失实用性。

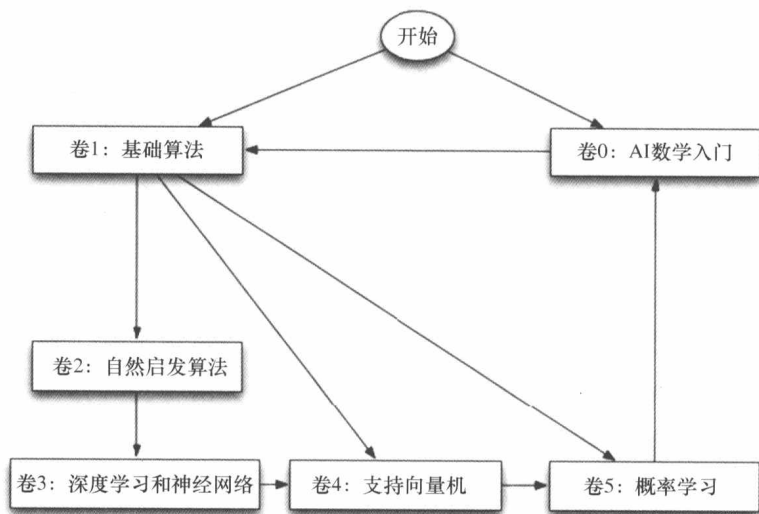


图1 卷目阅读流程

其他资源

当你在阅读本书的时候，互联网上还有很多别的资源可以帮助你。

首先是可汗学院，上面收集整理了许多讲授各种数学概念的YouTube视频。你要是需要复习某个概念，可汗学院上很可能就有你需要的视频讲解，读者可以自行查找。

其次是网站“神经网络常见问答”。作为一个纯文本资源，上面拥有大量神经网络和其他人工智能领域的相关信息：

<http://www.faqs.org/faqs/ai-faq/neural-nets/>

此外，Encog项目的wiki页面也有许多机器学习方面的内容，并且这些内容并不局限于Encog项目：

http://www.heatonresearch.com/wiki/Main_Page



最后，Encog的论坛上也可以讨论人工智能和神经网络相关话题，这些论坛都非常活跃，你的问题很可能会得到某个社区成员甚至是我本人的回复：

<http://www.heatonresearch.com/forum>

基本算法介绍

欲建高楼，必重基础。本书会讲授诸如维度法、距离度量算法、聚类算法、误差计算、爬山算法、线性回归和离散学习这样的人工智能算法。这些算法对应于数据中特定模式的处理和识别，同时也是亚马逊（Amazon）和网飞（Netflix）这类网站中，各种推荐系统背后的逻辑。

这些算法不仅是后续各卷所介绍的算法的基础，其本身也大有用处。在本书中，这些算法的讲解均附以可操作性强的数值计算示例。

本书内容结构

第1章“AI入门”，介绍了本书或本系列图书其他各卷中会用到的部分人工智能相关的基本概念。大多数人工智能算法是接受一个输入数组，从而产生一个输出数组——人工智能所能解决的问题通常被归化为此类模型。而在算法模型内部，还需要有额外的数组来存储长短期记忆。算法的训练实际上就是通过调整长期记忆的值来产生对应于给定输入的预期输出的一个过程。

第2章“数据归一化”，描述了大多数人工智能算法对原始数据的预处理流程。数据需要以一个输入数组的形式传递给算法，但实践中获取到的数据并不一定都是数值型的，也有一些是类别信息，比如



颜色、形状、性别、物种抑或其他一些非数值型的描述性特征。此外，就算是现成的数值型数据，也必须在一定范围内归一化，并且通常是归一化到 $(-1, 1)$ 区间。

第3章“距离度量”，展示了我们比较数据的方法，说起来这种比较方法其实跟在地图上标识出两点间的距离十分相像。人工智能通常以数值数组的形式处理数据，包括输入数据、输出数据、长期记忆、短期记忆和其他很多数据都是如此，这些数组很多时候也被称作“向量”。我们可以像计算两点间距离一样，计算出两个数据之间的差异（二维和三维的点可以分别看作长度为二和三的向量）。当然，在人工智能领域，我们经常要处理的是更高维空间中的数据。

第4章“随机数生成”，讲解了人工智能算法中随机数的生成和使用。本章由关于均匀随机数和正态随机数的讨论切入——出现这种不同的根源在于有的时候算法要求随机数具有等可能性，而有的时候又需要它们服从某种既定的分布。此外本章还讨论了生成随机数的方法。

第5章“K均值聚类算法”，详述了将数据按相似度分类的方法。K均值算法本身可以用来将数据按共性分组，同时也可以被用于组成更复杂的算法——比如遗传算法就利用K均值算法对种群按特征归类，各路网商也利用聚类算法划分顾客，依照同类型顾客的消费习惯调整销售策略。

第6章“误差计算”，演示了评估人工智能算法效果的方法。误差计算的过程由一个用以评估算法最终效果的评分函数执行，其结果决定了算法的效果。一类常用的评分函数只需要给定输入向量和预期输出向量，也就是所谓的“训练数据”；算法的效果则由实际输出与预期输出间的差异决定。

第7章“迈向机器学习”，概述了可以从数据中学习特征来优化



结果的简单机器学习算法。大多数人工智能算法是用权值向量将输入向量转化为期望的输出向量，这些权值向量构成了算法的长期记忆，“训练”就是一个调整长期记忆以产生预期输出的过程。本章会演示几个具有学习能力的简单模型的构建方法，也会介绍一些简单但却行之有效的训练算法，能够调整这种长期记忆（权重向量）并优化输出结果——简单随机漫步和爬山算法正是其中之一。

第8章“优化训练”，在前面章节的基础上进行了一定的拓展，介绍了像模拟退火算法和Nelder-Mead法^①这样用来快速优化人工智能模型权重的算法。本章还说明了如何通过一定的调整，将这些优化算法应用于之前提到过的部分模型。

第9章“离散优化”，解释了如何优化非数值型的类别型数据。并非所有优化问题都是数值型的，还有离散型和类别型问题，比如背包问题和旅行商问题。本章将说明模拟退火算法可以用于处理这两个问题，并且该算法既适用于连续的数值型问题，也适用于离散的类别型问题。

第10章“线性回归”，讲解了如何用线性和非线性方程来学习趋势并做出预测。本章将介绍简单线性回归，并演示如何用它来拟合数据为线性模型。此外还将介绍可以拟合非线性数据的广义线性模型（General Linear Model, GLM）。

致 谢

作为一次成功的众筹产物，本系列图书才得以在2013年面世。

① 也称“下坡单纯形法”“变形虫法”或“多胞形法”，是一种在多维空间中求目标函数最大/最小值的常用数值方法。由John Nelder和Roger Mead于1965年提出。——译者注



前言

我衷心地感谢该项目的所有支持者，没有你们的支持就没有这套丛书。我还要特别感谢那些赞助超过 100 美元的支持者。这些支持者们按赞助顺序排列的名单如下。

Dr. Warren D. Lerner
Dave Snell
Oyvind R Lorentzen
Jeffrey Elrod
Anders Steffen Öding Andersen
Rick Cardarelle
Andy Eunson
Tracy Turnage Heaton
Davið Helgason
Patrick Saint - laurent
Bradford Nazario Barr
Chris Duesing
Arsham Hatambeiki
Alex Brem
Randy J. Ray
Matthew Schissler
Matthew March
Yvonne Norton Leung
Travis Thaxton

此外还要特别感谢 Rick Cardarelle，他赞助的 358 美元一举使项目金额达到了要求的最低数额 2500 美元。也特别感谢 Rory Graves 和 Matic Potocnik 将示例代码转换为 Scala 代码。

谢谢大家，你们都是最友善的人！

资源与支持

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

配套资源

本书提供如下资源：

- 本书配套源代码。

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。欢迎你将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当你发现错误时，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你提交的勘误进行审核，确认并接受后，你将获赠异步社区的 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，你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。

如果你对本书有任何疑问或建议，请你发邮件给我们，并在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果你有兴趣出版图书、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 即可）。

如果你是学校、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。

如果你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，请你将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。你的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为你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>。

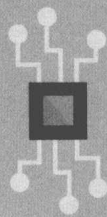
“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区

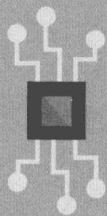


微信服务号

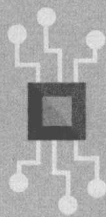


目录 / CONTENTS

第 1 章 AI 入门	1
1.1 与人类大脑的联系	2
1.1.1 大脑和真实世界	3
1.1.2 缸中之脑	5
1.2 对问题建模	6
1.2.1 数据分类	7
1.2.2 回归分析	9
1.2.3 聚类问题	10
1.2.4 时序问题	10
1.3 对输入 / 输出建模	11
1.3.1 一个简单的例子	15
1.3.2 燃油效率	16
1.3.3 向算法传入图像	18
1.3.4 金融算法	20
1.4 理解训练过程	21
1.4.1 评估成果	22
1.4.2 批量学习和在线学习	22
1.4.3 监督学习和非监督学习	23
1.4.4 随机学习和确定学习	23
1.5 本章小结	23
第 2 章 数据归一化	25
2.1 计量尺度	25



2.1.1	定性观测值	27
2.1.2	定量观测值	28
2.2	观测值归一化	29
2.2.1	名义量归一化	30
2.2.2	顺序量归一化	32
2.2.3	顺序量解归一化	34
2.2.4	数字量归一化	35
2.2.5	数字量解归一化	37
2.3	其他归一化方法	38
2.3.1	倒数归一化	38
2.3.2	倒数解归一化	39
2.3.3	理解等边编码法	39
2.3.4	等边编码法的实现	41
2.4	本章小结	46
第3章 距离度量		47
3.1	理解向量	47
3.2	计算向量距离	49
3.2.1	欧氏距离	49
3.2.2	曼哈顿距离	51
3.2.3	切比雪夫距离	53
3.3	光学字符识别	54
3.4	本章小结	57



第 4 章 随机数生成	59
4.1 伪随机数生成算法的概念	60
4.2 随机数分布类型	61
4.3 轮盘模拟法	64
4.4 伪随机数生成算法	65
4.4.1 线性同余生成法	66
4.4.2 进位乘法法	67
4.4.3 梅森旋转算法	68
4.4.4 Box-Muller 转换法	70
4.5 用蒙特卡洛方法估算 PI 值	72
4.6 本章小结	74
第 5 章 K 均值聚类算法	75
5.1 理解训练集	77
5.1.1 非监督学习	77
5.1.2 监督学习	80
5.2 理解 K 均值算法	80
5.2.1 分配	81
5.2.2 更新	83
5.3 K 均值算法的初始化	84
5.3.1 随机 K 均值初始化	84
5.3.2 K 均值算法的 Forgy 初始化	87
5.4 本章小结	90