

機械学習入門

ボルツマン機械学習から深層学習まで

漫画

训练用数据

批量

A B C D

小组



机器学习入门

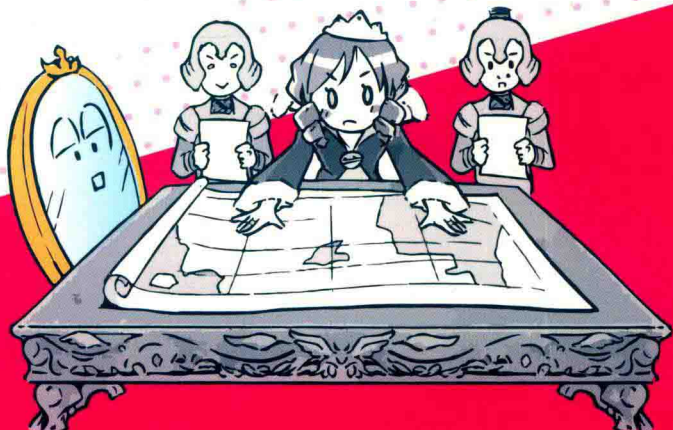


(日) 大关真之 (大関 真之) 著

戴凤智 张鸿涛 孟宇 译

非线性变换

输出



佳图书出版单位

学工业出版社

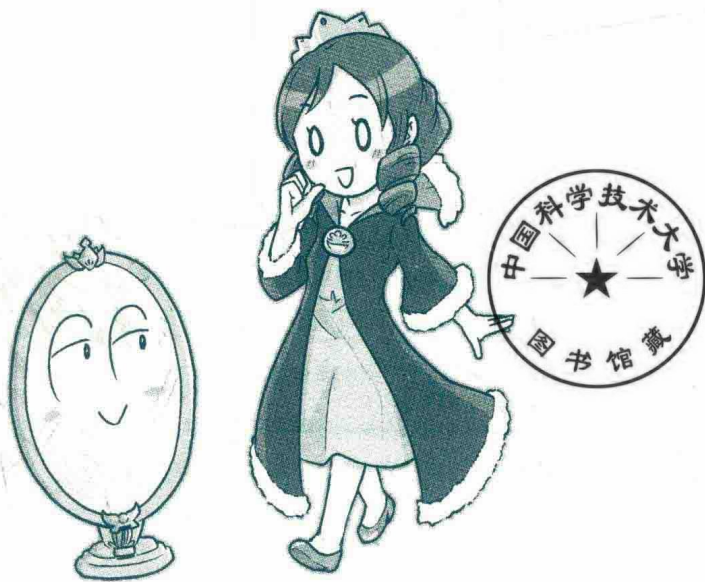
機械学習入門

ボルツマン機械学習から深層学習まで

漫画机器学习入门

(日) 大关真之 (大関 真之) 著

戴凤智 张鸿涛 孟宇 译



化学工业出版社

·北京·

Original Japanese Language edition
KIKAI GAKUSHU NYUMON - BOLTZMANN KIKAI GAKUSHU KARA SHINSO
GAKUSHU MADE by Masayuki Ohzeki
Copyright © Masayuki Ohzeki 2016
Published by Ohmsha, Ltd.
Chinese translation rights in simplified characters arranged with Ohmsha, Ltd.
through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

本书中文简体字版由 Ohmsha, Ltd. 授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分，违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2018-7020

图书在版编目 (CIP) 数据

漫画机器学习入门 / (日) 大关真之著; 戴凤智,
张鸿涛, 孟宇译. —北京: 化学工业出版社, 2018.11
ISBN 978-7-122-33003-1

I. ①漫… II. ①大… ②戴… ③张… ④孟… III.
①机器学习—普及读物 IV. ①TP181-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第207369号

责任编辑: 宋 辉

责任校对: 边 涛

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 河北鹏润印刷有限公司

710mm × 1000mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$ 字数215千字 2018年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00元

版权所有 违者必究

译者的话

要说现在比较热门的话题，应该是人工智能、机器学习和深度学习了。当然机器人也是发展最快的技术领域之一，但机器人的“智力”是需要上面这些理论和算法来支持的。

人工智能是这几个热门话题中涉及范围最广的概念。它的目的是让机器拥有“智力”，然后为人所用。“人工智能”不局限于某一种结构或方法，它是一个领域的概念，它包含机器学习和深度学习。

机器学习的范围也不小，就是让机器学会自主学习与思考。机器是怎样学习的？都能学到什么？人又是如何教会机器去学习的？简而言之，机器学习就是由人定义一些计算机算法，让计算机根据输入的数据（样本）和人预先提供的一些先验知识来总结和归纳这些数据中隐藏的特征，并用这些特征与一定的学习目标形成对应（映射）关系，从而可以自动地做出一些反应。

深度学习是机器学习和人工智能研究的最新趋势之一。它拥有多层神经网络结构，而神经网络又是机器学习中的一个重要方法。所谓“深度”，就是深层次地挖掘数据中的相互关系。深度学习最早于1986年被引入机器学习，2000年被用于人工神经网络。深度学习方法为计算机视觉和机器学习带来了革命性的进步。

现在再谈谈我们翻译的这本书。它是日本欧姆社在当今人工智能兴起的大环境下的又一作品。本书以多层神经网络、玻尔兹曼机器学习等经典为开端，以深度学习为结果，向读者展示了一个非常奇妙的技术领域。

值得一提的是，本书以一个众所周知的童话故事为蓝本，加入漫画插图的形式来介绍比较抽象的科学问题，特别是书中几乎没有数学公式，使得即使是机器学习的入门读者也能够看懂并且陶醉其中。

虽然是漫画插图的表达形式，但是书中对于专业内容的介绍仍然非常全面而且逐步推进，仅仅是去掉了让初学者不容易理解的比较复杂的数学公式，取而代之的是简单易懂的一问一答的对话形式。

因此，这是一本适合广大人工智能和机器学习爱好者的入门读本。我们在翻译的过程中发现，本书既可以自己阅读，也可以以话剧（对话）的形式进行情景式教学。因此在翻译过程中，在对话语言上进行了一些处理。

天津科技大学戴凤智的人工智能与机器人团队从2014年起，与化学工业出版社合作，陆续出版了《机器人制作轻松入门》、《Arduino轻松入门》、《机器人设计与制作》、《用MATLAB玩转机器人》和《四旋翼无人机的制作与飞行》。这些书和我们提供的配套硬件已经成为众多初、高中，职业院校和高等学校的教材和实验教学设备。

众多使用过上述教材的读者，以及老师和同学建议我们开发一些人工智能和机器学习相关算法的入门教材。为此，我们引进了该书，并准备今后陆续引进一些相关图书，同时再自己编写一些这方面的图书。

本书在编写和修改过程中，得到了天津市科技支撑计划项目(14ZCZDSY00010)，天津市教委和教改项目(20120831, 20140710, 171005704B)的支持。在译者负责的《培养以“教学—竞赛—科研”为支撑的“人工智能”新形势下的创新型人才》项目中进行了实验验证。

在本书翻译过程中，得到了天津科技大学的张峻霞、陈晓艳、毕德学等老师及其团队的指导和帮助，同时感谢刘岩、边策、秦意乔、魏宝昌、欧阳育星、赵敏、闫玉洁、金霞、叶忠用、安凌然、陈超、顾宗亮、江涛、张迎、赵国友、刘凯歌等对本书提出的宝贵建议和帮助。

如果您对本书的内容有什么疑问，请发邮件到daifz@163.com联系我们。

由于译者水平有限，书中难免存在不足，敬请各位读者批评指正。

译者

前言

当我们观察儿童成长的时候，经常会提出这样一个问题：孩子们究竟是如何认识和理解这个世界的。虽然我们知道知识的获得与积累是要在不断的失败中吸取教训并获得经验，但我们还是希望知道“我们学习的所谓的知识究竟是什么”。如果人类的这种学习方法被发现并掌握之后，同样具有学习能力的计算机是否也可以来处理这一过程呢？

能够回答上面问题的是被称为机器学习的技术。

机器学习是指计算机通过不断地处理数据并修正算法和参数来学习各种规则。那么到底是如何进行的呢？

机器学习通过不断地改进模型而得到更加优化的算法。本书选取了其中的玻尔兹曼机器学习和深度学习（Deep Learning）进行讲解。

利用玻尔兹曼机器学习，就可以通过不断地观察图像来记住世上各种各样的场景。我们知道，人类即使面对模糊的、甚至有一部分被遮挡的物体照片时，也能够迅速判断出这个物体是什么。这是从过去的经验和现在的状况中获得的知识和能力。而将这种技术搭载到计算机上，这就是玻尔兹曼机器学习。也就是说，能把眼睛和大脑中的记忆部分放在计算机上运行。

深度学习则是一种更新的技术，能够更进一步将大脑的判断能力也附着在计算机上。通过深度学习，计算机就可以进行识别与预测了。人们通过观察，就能识别出某物，或者判断出某物在之前的某地见到过。深度学习可以将人的这种能力赋予计算机。

如果能够充分利用这些技术，在文学影视作品中十分常见的“人工智能”或许能够很快走进我们的生活。这种圆梦在即的兴奋感，让全世界为之振奋不已。而真正让人们心头一惊的，则是近来大热的基于深度学习的由Deep Mind团队开发的Alpha Go的横空出世。计算机利用最新的机器学习技术在围棋比赛中战胜了人类高手。我们感受到目前正处于一个令人兴奋的时代。同时我们也会抱有一种好奇的心态：这种战胜了人类选手的计算机究竟运用的是什么技术呢？

好奇就要好好学习啦！可是当我们来到书店，就会发现书架上摆着一大堆与机

器学习相关的书籍，我们需要的信息在网上基本也都可以得到。所以买什么书合适呢？有没有必要买书呢？有些读者其实只是想知道机器学习究竟是什么，想了解机器是如何获得知识的。对于这些读者，他们是希望先了解一下相关知识，如果有必要再进行深入的学习。

为了能让这一部分读者获得希望了解的信息，本书尝试利用一个广为人知的故事来向大家展示这一划时代的技术，包括深度学习和它的前身玻尔兹曼机器学习。这是一本没有公式的书，内容是由一个故事引出的。任何有兴趣的读者都可以阅读，我们做了一次世界上独一无二的尝试。

这本书无论是对机器学习抱有兴趣的上班族，还是想要从某个兴趣出发去做一些事情的人来说，都是一个非常好的选择。退休后在家享受生活的年长者们也可以当作看故事书一样来看这本书。这本书同样也非常适合小学生和中学生在学校作为研究的课题或在家与父母一起作为科学话题来聊聊。总之本书是非常简单易懂的，但是在本书故事结束的时候，希望能够为推动机器学习的人才培养做出一些贡献。如果本书能够让各位读者了解到一些基础知识，大家一起迈向机器学习的新时代，那么这本书的目标也就达成了。

2016年11月
大关真之

目录

第1章 一无所知的魔镜

- 1-1 王后与魔镜的出场 2
- 1-2 尝试机器学习 6
- 知识专栏** 什么是机器学习 9
- 1-3 数据是机器学习的条件 10
- 知识专栏** 机器的自己学习 13

第2章 美丽的秘诀

- 2-1 魔镜的回答 15
- 知识专栏** 数学的重要性 19
- 2-2 挑战回归问题 20
- 知识专栏** 机器能和人一样吗? 26
- 2-3 描述美丽程度的函数 27
- 知识专栏** 机器学习的老师 36

第3章 挑战最优解

- 3-1 学习热情高涨的王后 38
- 知识专栏** 要善于学习好的算法 48
- 3-2 模型的力量 49
- 知识专栏** 训练用数据和测试用数据 53

3-3 寻找新的特征量	54
知识专栏 函数的复杂性	61
3-4 人工神经网络	62
知识专栏 大脑的信息处理机能	65

第4章 挑战深度学习

4-1 多层神经网络	67
知识专栏 深度学习的提出	75
4-2 防止过度学习	76
知识专栏 要战胜过度学习	80
4-3 批量学习与在线学习	81
知识专栏 概率梯度下降法	91

第5章 预测未来

5-1 魔镜的识别能力	93
5-2 寻找边界条件	95
知识专栏 支持向量机的通用性	101
5-3 数据可以分割到什么程度?	102
知识专栏 能够实现空间变形的内核法	106
5-4 填补空数据	107
知识专栏 数据的由来	114
5-5 挖掘数据中的本质	115
知识专栏 简洁性与人的直觉	121

第6章 无所不能的魔镜

6-1 图像数据的重要性	123
知识专栏 磁铁也能机器学习?	125
6-2 基于玻尔兹曼机器学习的图像处理方法	126
知识专栏 机器学习和统计力学	141
6-3 获取更加复杂的特征	142
知识专栏 变分原理	147
6-4 多彩世界中的隐含变量	148
知识专栏 数据的采集	154
6-5 寻找复杂数据的本质	155
知识专栏 Hinton的故事	166

第7章 看脸识美人

7-1 万能的魔镜	168
7-2 原来魔镜是这样工作的	179
魔镜的制作方法(参考书籍推荐)	185
后序	192

第1章

一无所知的魔镜

王后与魔镜的新故事



魔镜哟，魔镜，请告诉我谁是世界上最美丽的女人？

这是《白雪公主》童话故事中非常有名的一段台词。

随着白雪公主的成长，她变得越来越美丽。终于有一天，当魔镜告诉王后白雪公主已经成为世界第一美人时，王后又气又恨，并发生了《白雪公主》后面的一系列故事。

现在让我们自己制作一个魔镜吧。镜子部分当然就是显示器，在镜子（显示器）的上方安装一个摄像头。摄像头所拍摄的视频或图像能够在镜子里显示出来，这样我们就完成了第一步，也是最基本的功能。但是请记住，它目前还没有“魔法”，也就是不能判断谁是世界上最美丽的女人，它还只是一个仅仅能将摄像头拍摄的内容显示出来的镜子。当然，我们也不必气馁，毕竟第一步工作已经完成了，现在可以看到拍摄的景象了。

下面，我们会让这面镜子一步步地学会如何进行判断，也就是让它成为真正的“魔镜”。其实所谓的“魔法”应该是指科学技术的力量。现在，就把这面镜子接上计算机吧，在计算机中我们安装了机器学习的算法。后面会有什么情况发生呢？

机器学习，也就是本书的主人公，它的技术堪称为现代魔法。配置了这种技术的魔镜，将会在本书中与王后发生一场怎样的新的故事呢？请记住，现在的魔镜还是一面普通的镜子，它也需要慢慢地去学习……



魔镜哟，魔镜，请告诉我谁是世界上最美丽的女人？



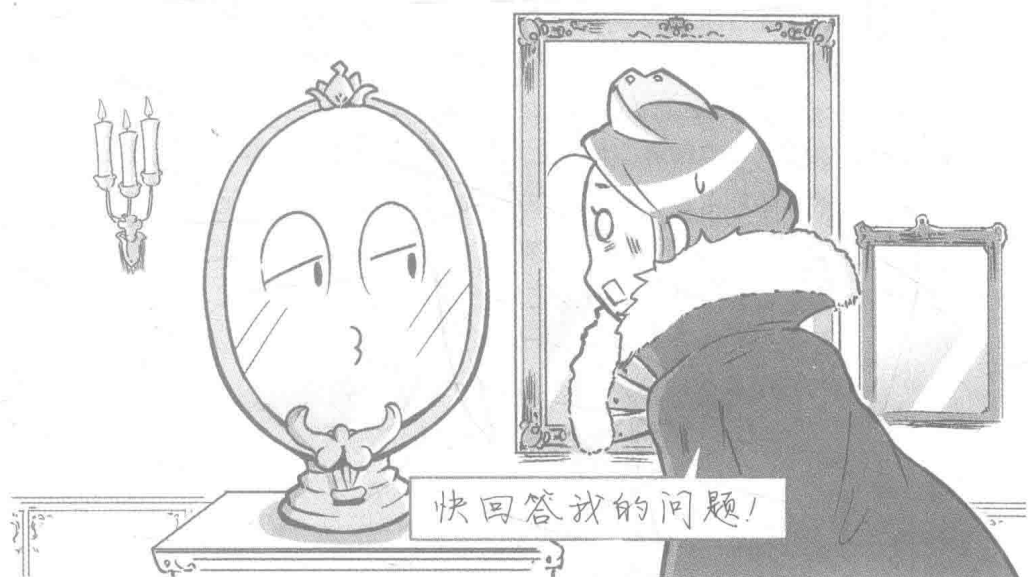
啊？在回答这个问题之前，请您告诉我什么是美丽？



噢？你不是知道结果吗？



因为最近我的系统被强制更新了，所以需要重新学习。



魔镜中能够显示出来的就是世界上最美丽的女人，今天显示的还是我。你一直只显示出我一个人，说明你知道我是世界上最美的人。你今天是怎么啦？为什么忽然又问我美丽是什么。难道你忘了我就是世界上最美丽的女人？



因为我的系统被强制更新了，所以很多东西需要重新学习。好吧，我就先认为您是世界上最美丽的女人。其实我现在就只是一面普通的镜子，您站在我面前，所以只能显示您呀。我特别想知道你们人类对于美丽究竟是如何来描述的。



真是个体无王后的镜子。哎，算了，告诉你，美丽就是像我这样漂亮又可爱的代名词。



您说得太抽象了。漂亮和可爱也没有办法来定量地表示。能不能用一个数值来定义，比如王后您的美丽度是多少？



美丽度？那当然是无与伦比的美丽啦。



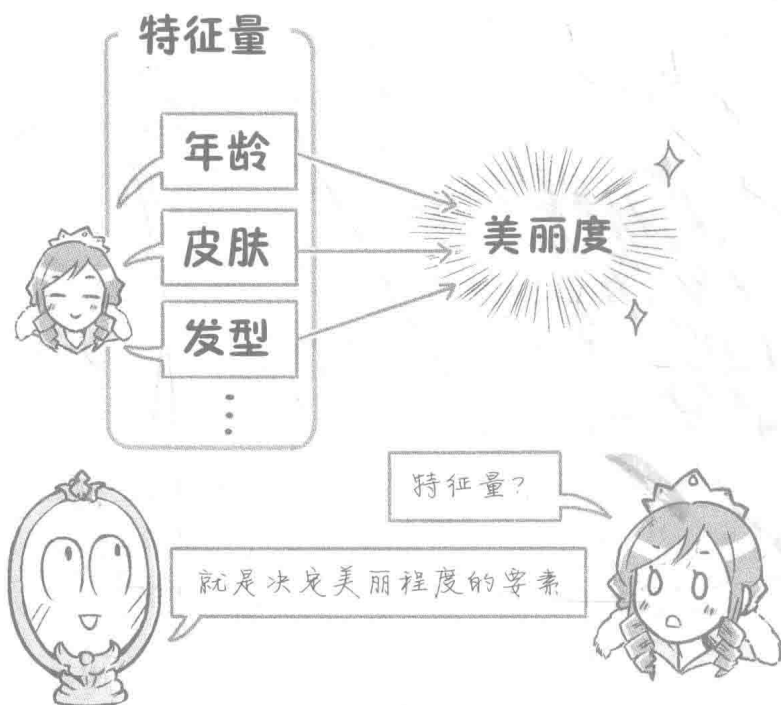
您还是没听懂我的话。抱歉我刚刚系统被更新了，所有的魔法都没有了。现在的我作为一个新手，是不懂得“美丽”这个词的意思的。



美丽就是皮肤好，发型可爱，一举一动都很完美。对了，还有，穿什么礼服也都很搭配。



对，我就是要这些具体一点的因素，这些叫做特征量。我利用这些特征量来把“美丽的程度”这样的概念转换成数值。现在请告诉我美丽与否应该考虑哪些因素。



美丽，就是眉清目秀、年轻、瓜子脸这种感觉吧。



感觉是什么我不知道。不过年轻与否倒是可以用年龄来衡量。请告诉我您的年龄吧。



居然要问我的年龄？你这魔镜太没礼貌了吧！



王后您也知道，不说谎是我的座右铭啊。所以我肯定要根据事实来回答您的问题。



这倒也是，你确实是反映真实情况的镜子。你说谁是最美丽的女人，就肯定是最美丽的。



对吧。所以就请王后顺便把眉清目秀的程度等这些要素都数值化之后告诉我吧。



我也不知道怎么把这种描述性的语言数值化呀。



那我就什么也做不了了。美丽这个词如果不进行数值化，我根本就无从下手呀。



那你知道了这些信息之后，要如何算出美丽的程度呢？



我来给您慢慢解释这个工作吧。我将介绍一个叫机器学习的新概念。



机器学习？

1-2 尝试机器学习



机器学习并不是很难的话题。其实就是通过对各种信息的汇总与分析，达到预测未来或者对未见事物进行推测的目的。



这么厉害呀！能知道明天的天气吗？



当然可以呀。随着新技术的发展，现在天气预报已经很准了。



那就快告诉我谁是世界上最美的人！



您别急啊，还是先给我讲一下什么是美丽吧。



所谓美丽就是为我量身定做的词汇，我就是美丽。你看我既年轻，又眉清目秀。



刚才我也说过了，首先要把这种描述性的语言转换成我能够理解的形式，也就是数字的形式。嗯，举例来说，最容易数值化的就是年龄了。



说得也对，毕竟数字是最方便计算的。



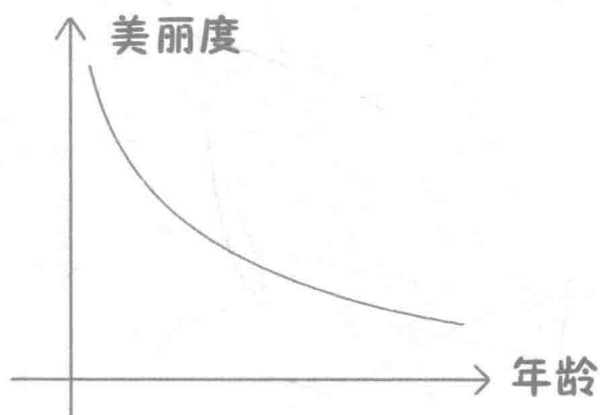
就是呀。请问年龄越大越美丽呢，还是越年轻越美丽？



嗯，按照道理来讲应该是年龄越大就越不美丽了吧？



明白了，那美丽度和年龄的关系就是这个函数曲线了：随着年龄的增长，美丽度会下降。



差不多是这样吧？

根本就没有那么简单！



不应该单纯由年龄来判断。



我想也不是这么简单的。对了，除了年龄之外不是还有眉清目秀的程度等因素吗？



是的。不过年龄、眼睛的大小这些到底与美丽有多大关系，我也想知道结果呢。



这些数据是您要给我的呀！给我之后我才能计算。



我要是知道其中的关系，早就告诉你了。



对了，世界上不是有很多美丽的人吗？您可以把这些人的年龄和眼睛的大小等各种特征都告诉我。我统计一下这些数据就知道什么是美丽了。