

Machine Learning Refined

Foundations, Algorithms, and Applications

机器学习精讲

基础、算法及应用

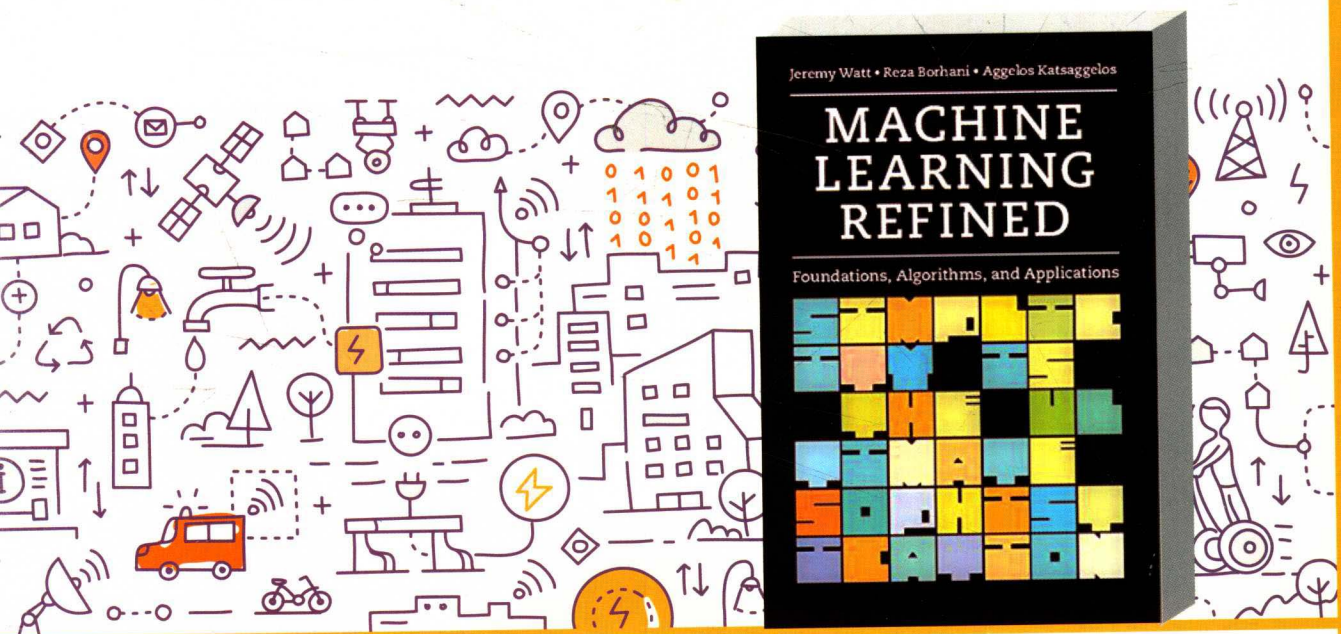
杰瑞米·瓦特 (Jeremy Watt)

[美] 雷萨·博哈尼 (Reza Borhani)

◎ 著

阿格洛斯·K. 卡萨格罗斯 (Aggelos K. Katsaggelos)

杨博 ◎ 译



智能科学与技术丛书

Machine Learning Refined

Foundations, Algorithms, and Applications

机器学习精讲

基础、算法及应用

杰瑞米·瓦特 (Jeremy Watt)

[美] 雷萨·博哈尼 (Reza Borhani)

◎ 著

阿格洛斯·K. 卡萨格罗斯 (Aggelos K. Katsaggelos)

杨博 ◎ 译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

机器学习精讲: 基础、算法及应用 / (美) 杰瑞米·瓦特 (Jeremy Watt) 等著; 杨博译.
—北京: 机械工业出版社, 2018.10

(智能科学与技术丛书)

书名原文: Machine Learning Refined: Foundations, Algorithms, and Applications

ISBN 978-7-111-61196-7

I. 机… II. ①杰… ②杨… III. 机器学习 IV. TP181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 241707 号

本书版权登记号: 图字 01-2017-7346

This is a Chinese simplified edition of the following title published by Cambridge University Press:
Jeremy Watt, Reza Borhani, Aggelos K. Katsaggelos, Machine Learning Refined: Foundations,
Algorithms, and Applications, ISBN 978-1-107-12352-6

© Cambridge University Press 2016

This Chinese simplified edition for the People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macau
and Taiwan) is published by arrangement with the Press Syndicate of the University of Cambridge,
Cambridge, United Kingdom.

© Cambridge University Press and China Machine Press in 2019

This Chinese simplified edition is authorized for sale in the People's Republic of China (excluding Hong
Kong, Macau and Taiwan) only. Unauthorized export of this simplified Chinese is a violation of the Copyright Act.
No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval
system, without the prior written permission of Cambridge University Press and China Machine Press.

本书原版由剑桥大学出版社出版。

本书简体字中文版由剑桥大学出版社与机械工业出版社合作出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

此版本仅限在中华人民共和国境内 (不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区) 销售。

本书按照几何直觉、算法思想和实际应用 (涵盖计算机视觉、自然语言处理、经济学、神经科学、推荐系统、物理学和生物学等学科) 的顺序, 为读者提供了深入浅出的基础知识和解决实际问题所需的实用工具。书中还包含了基于 Python 和 Matlab/Octave 语言的深入习题, 以及对数值优化前沿技术的全面讲解。

本书可为机器学习、计算机科学、电子工程、信号处理以及数值优化等领域的学生提供重要的学习资源, 也可为这些领域的研究人员和从业者提供理想的参考资料。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 张志铭

责任校对: 殷虹

印刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

版次: 2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 185mm × 260mm 1/16

印张: 14.75 (含彩插 0.75 印张)

书号: ISBN 978-7-111-61196-7

定价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

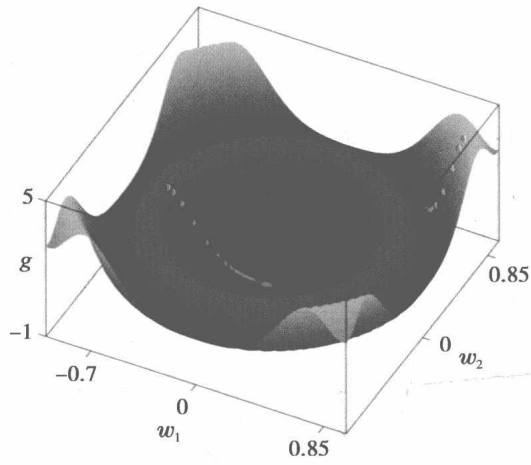


图 2-10

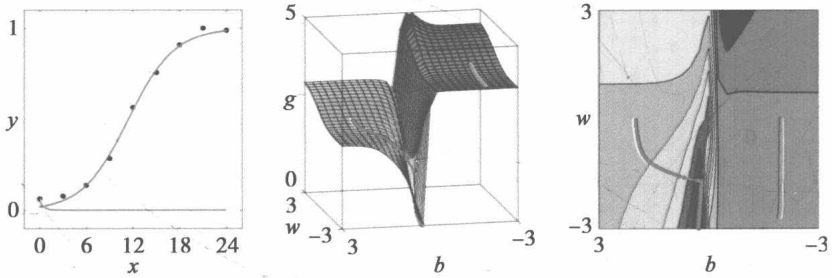


图 3-11

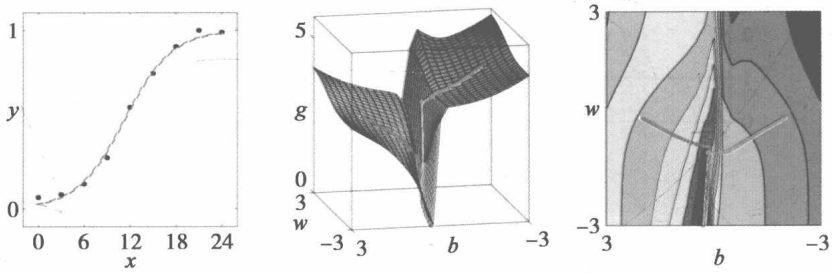


图 3-13

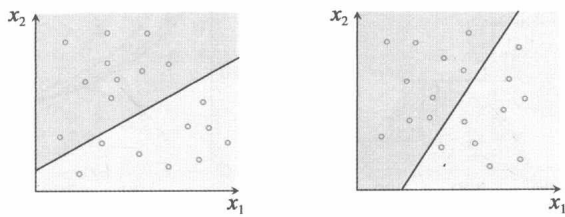


图 4-1

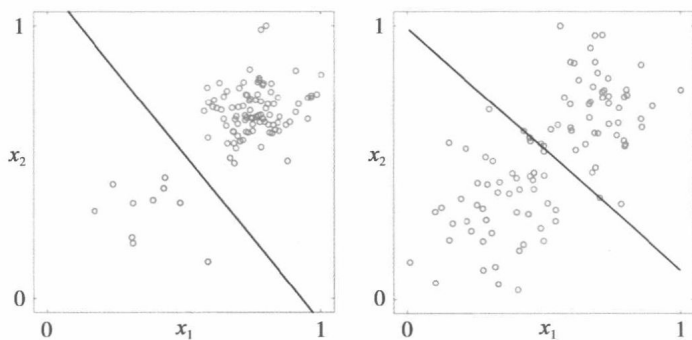


图 4-3

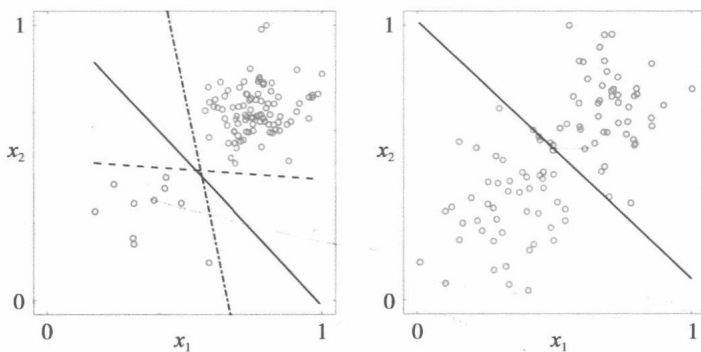


图 4-5

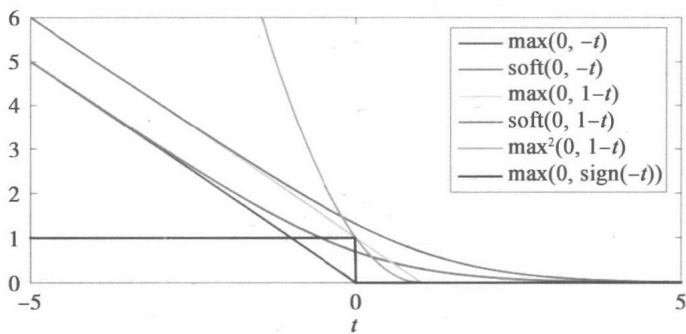


图 4-7

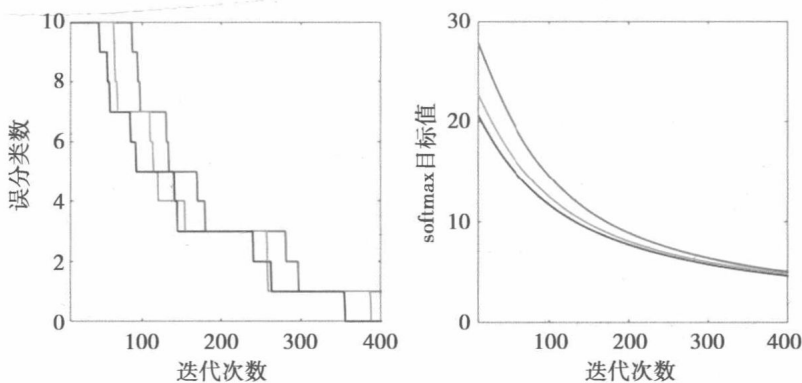


图 4-9

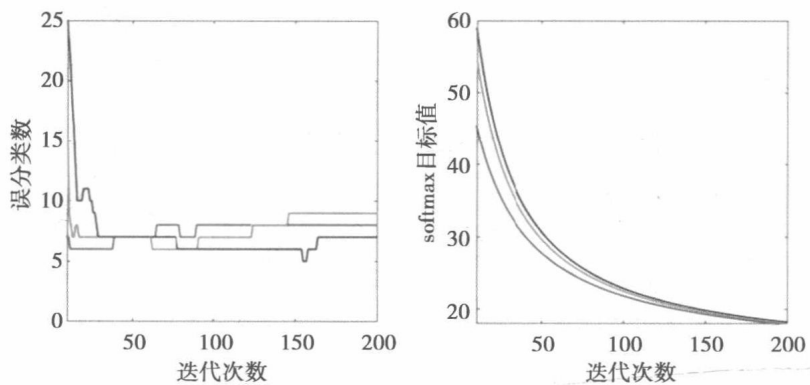


图 4-9 (续)

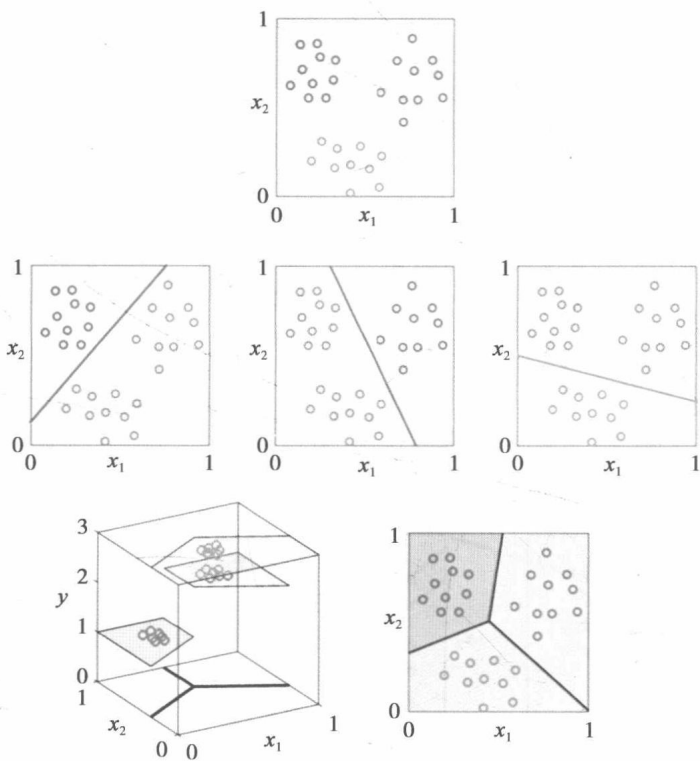


图 4-17

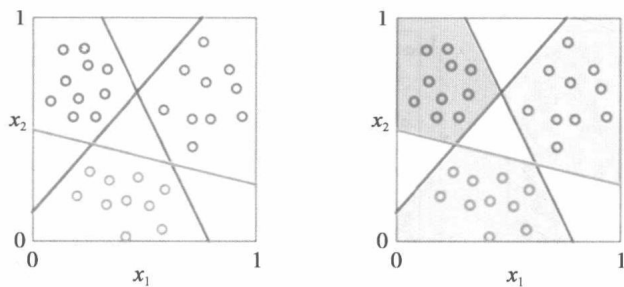


图 4-18

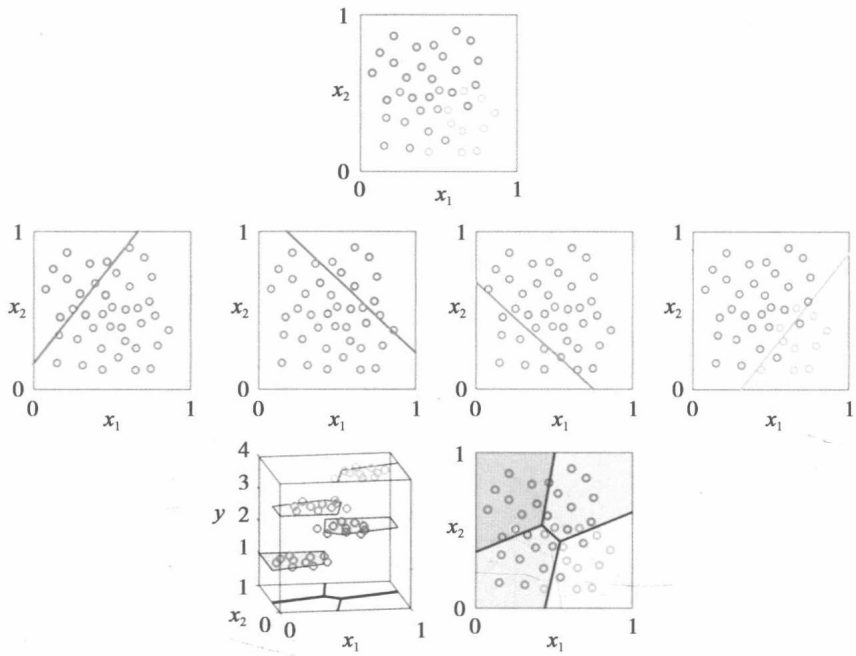


图 4-19

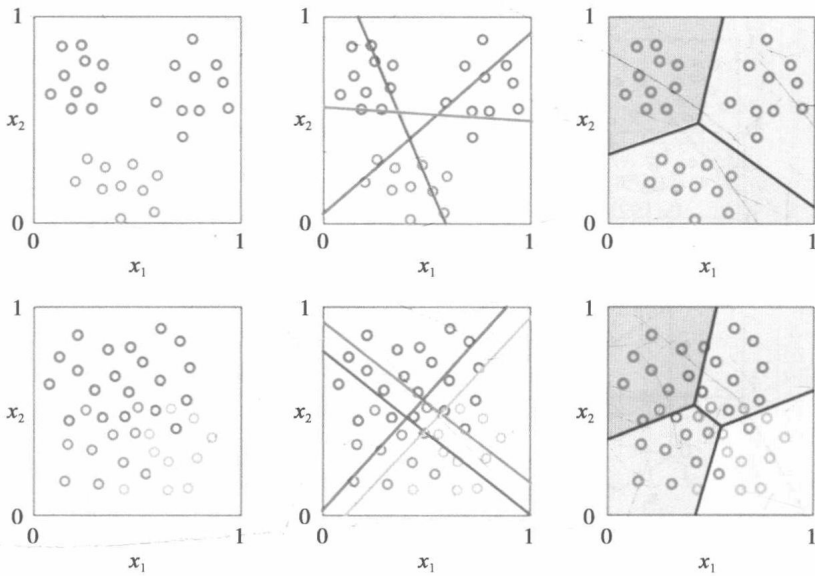


图 4-20

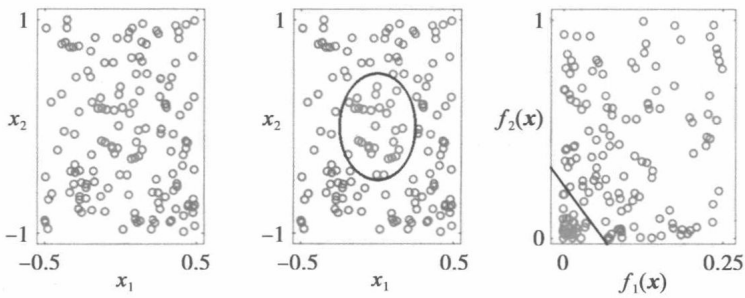


图 4-21

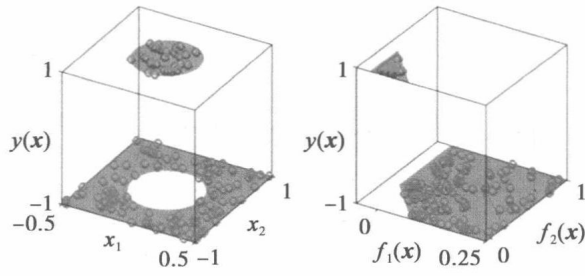


图 4-21 (续)

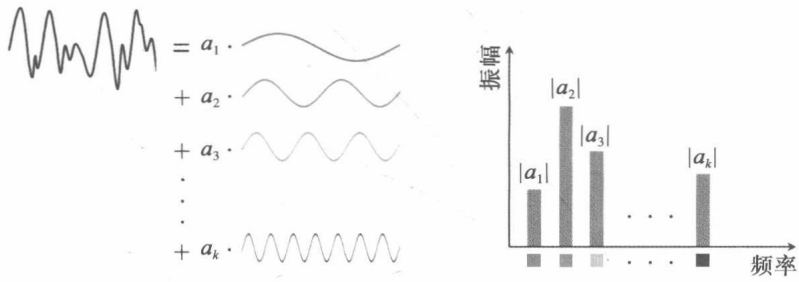


图 4-30

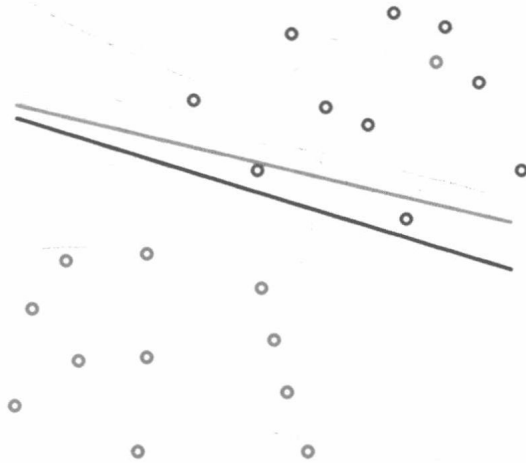


图 4-32

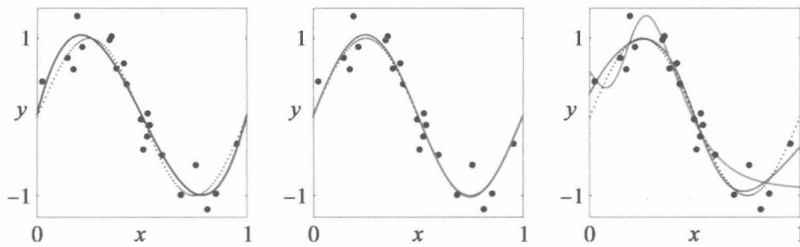


图 5-12

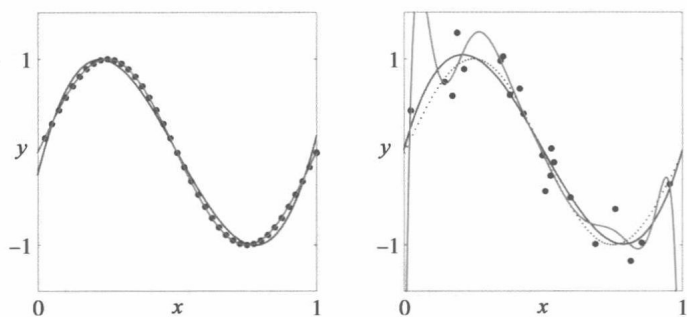


图 5-13

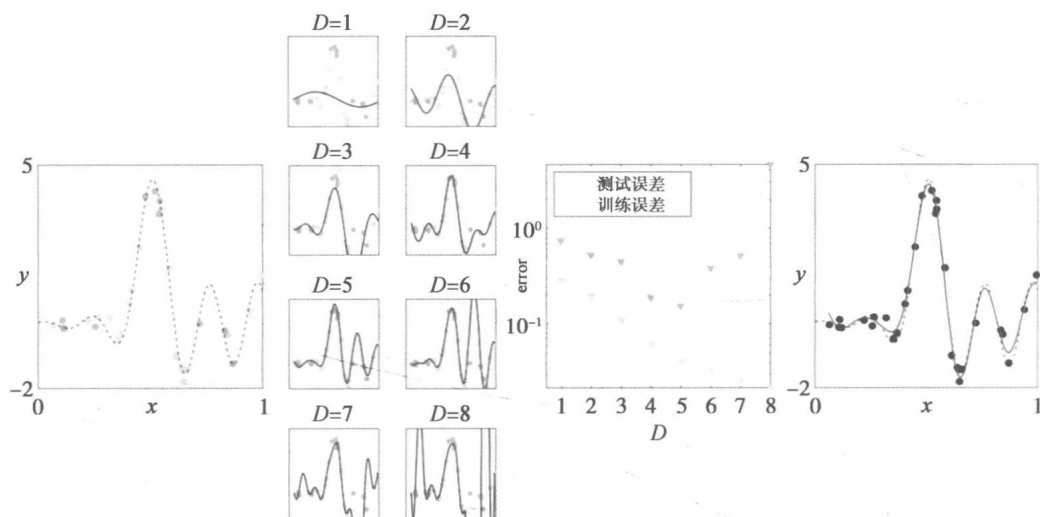


图 5-16

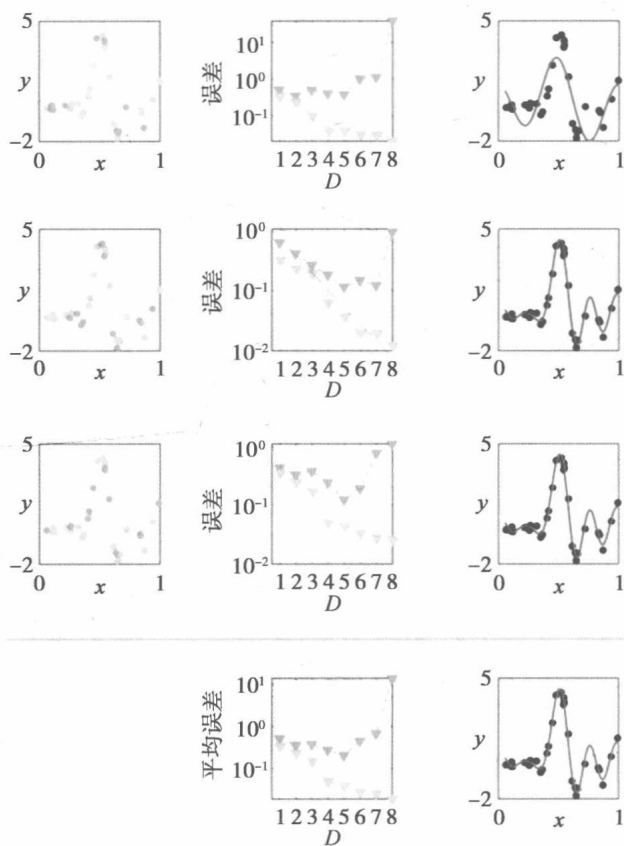


图 5-18

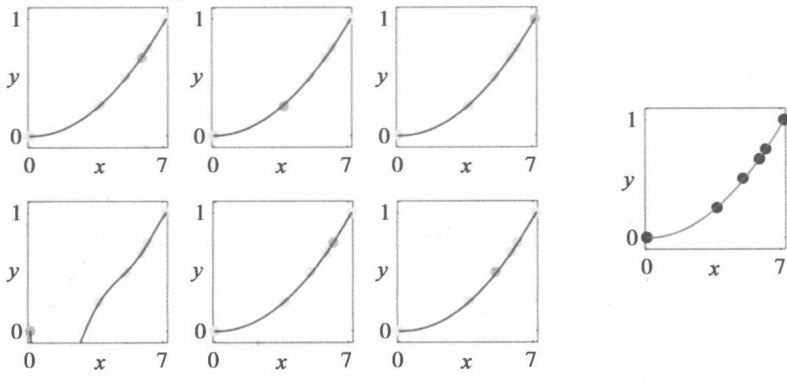


图 5-19

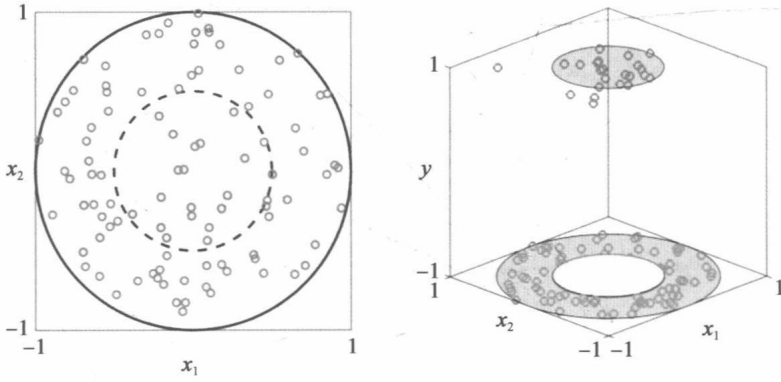


图 6-1

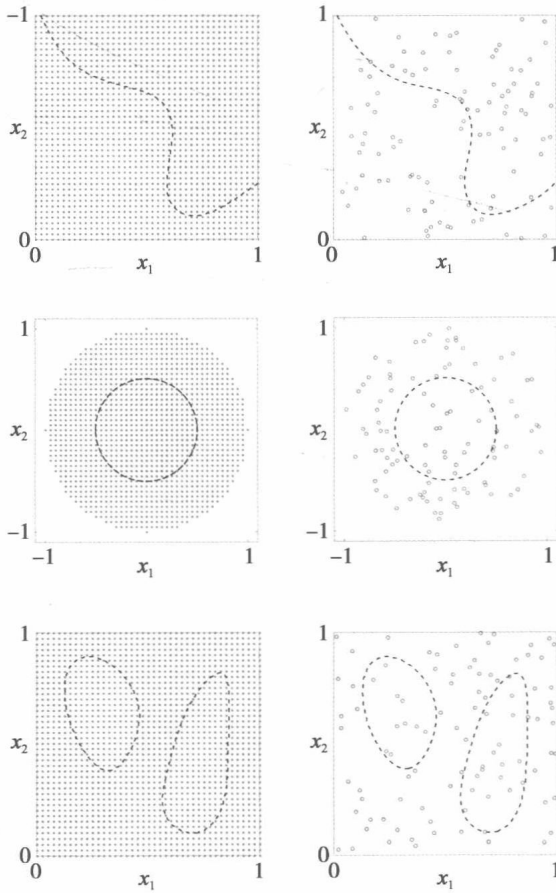


图 6-5

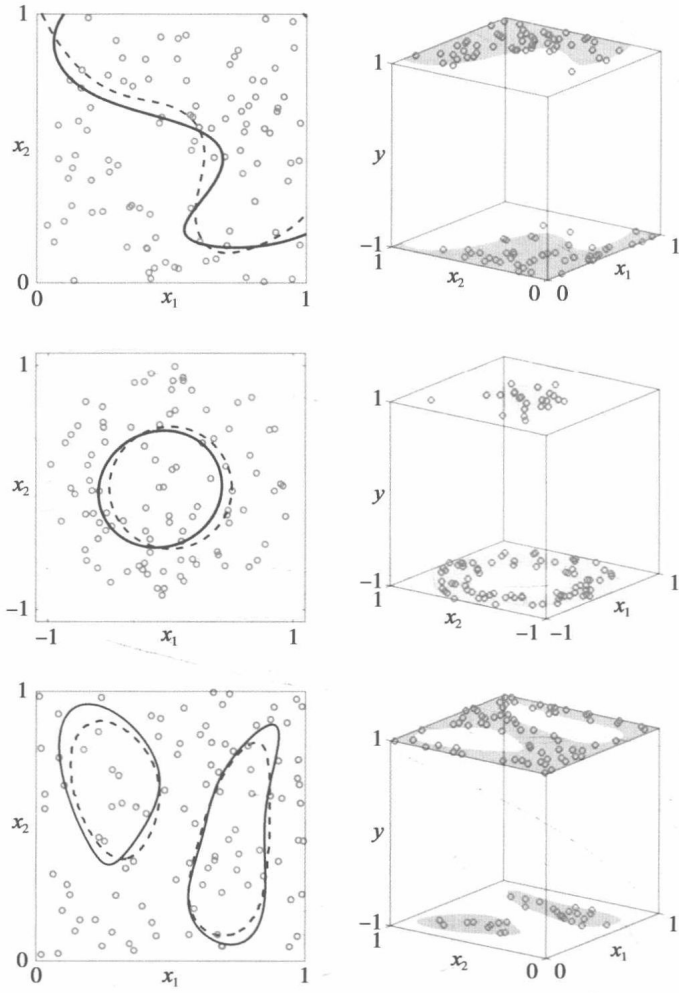


图 6-6

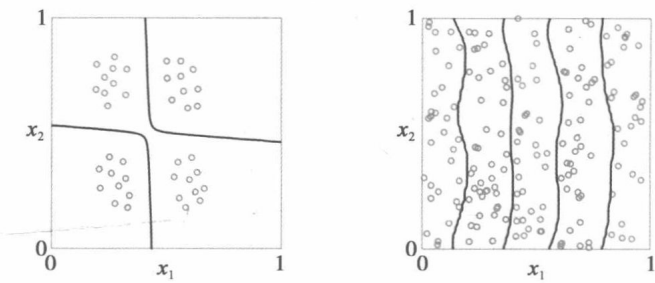


图 6-7

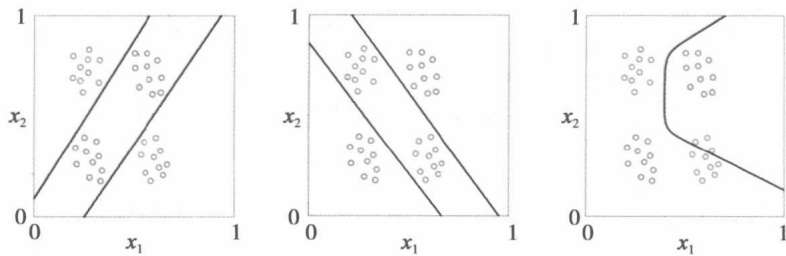


图 6-8

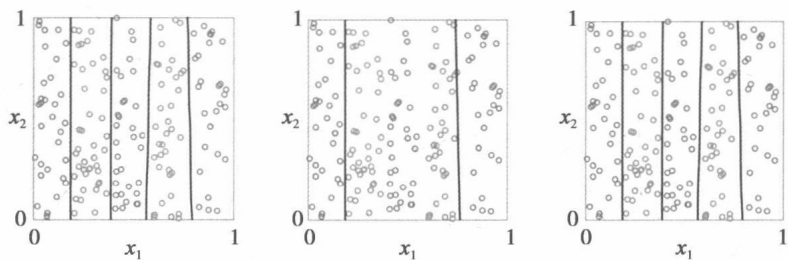


图 6-8 (续)

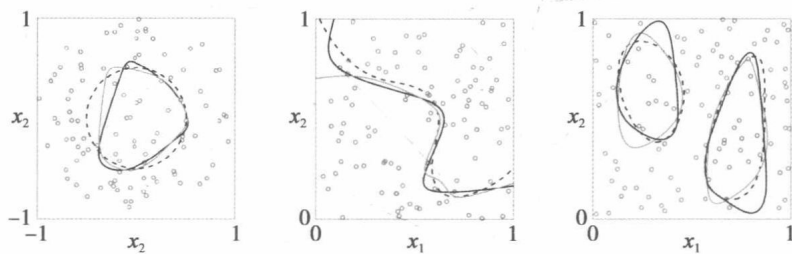


图 6-9

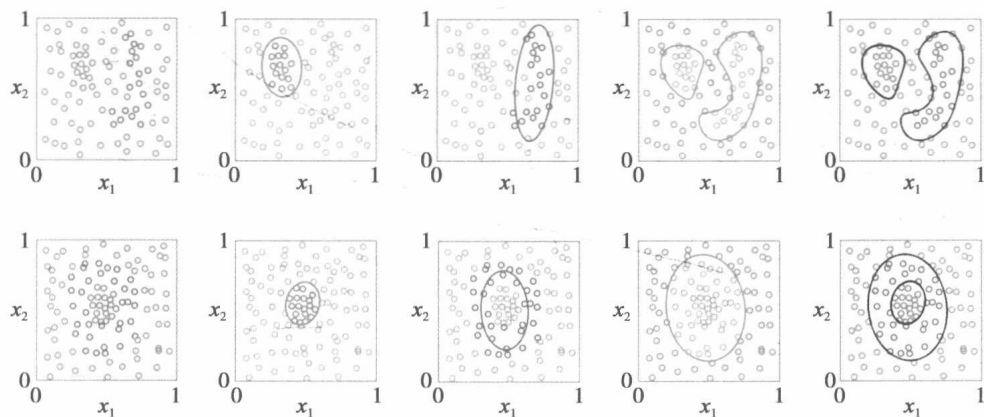


图 6-10

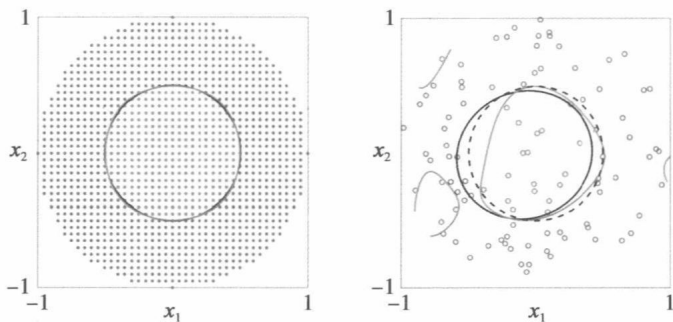


图 6-11

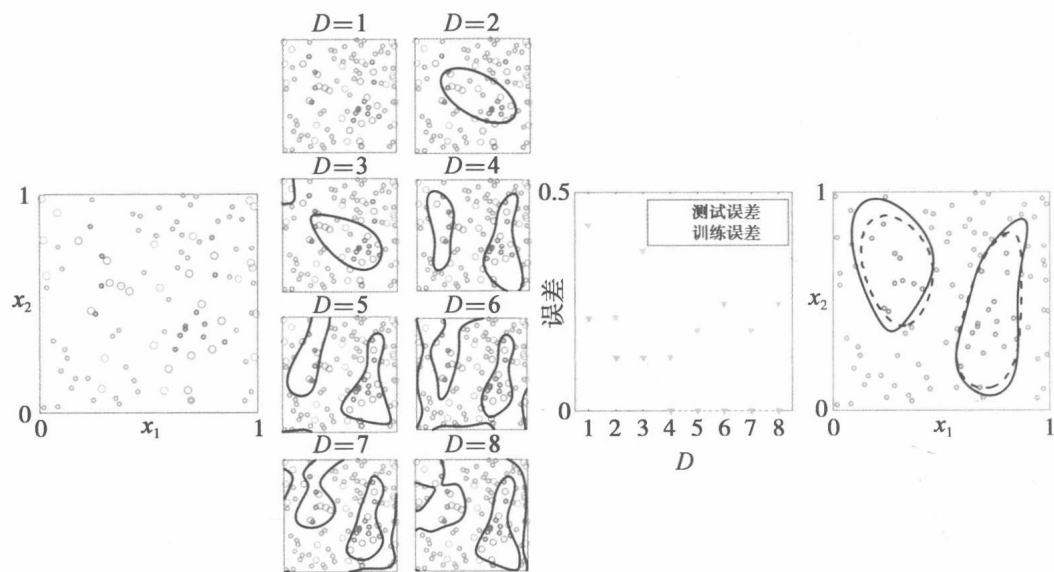


图 6-12

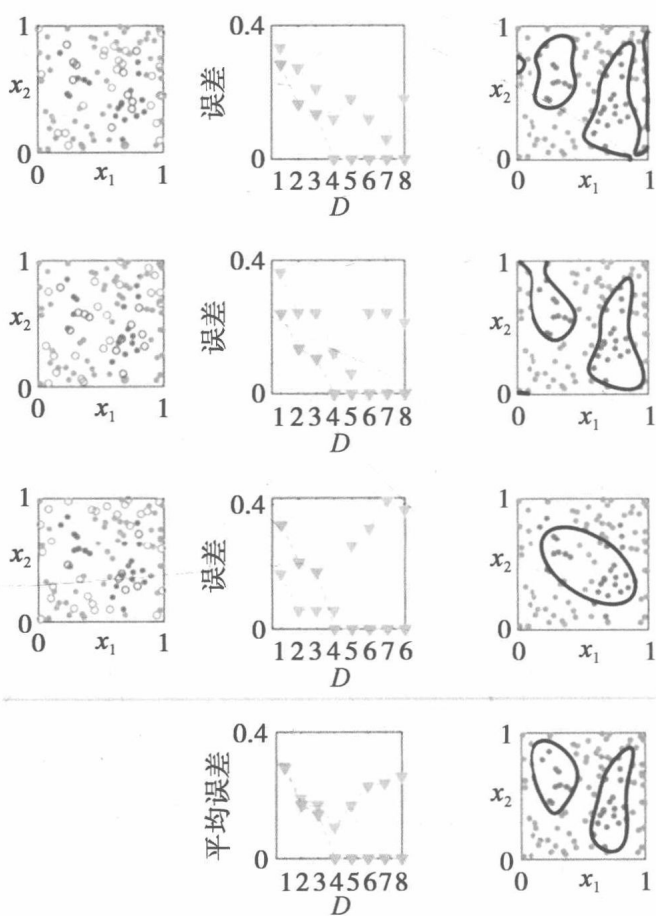


图 6-13

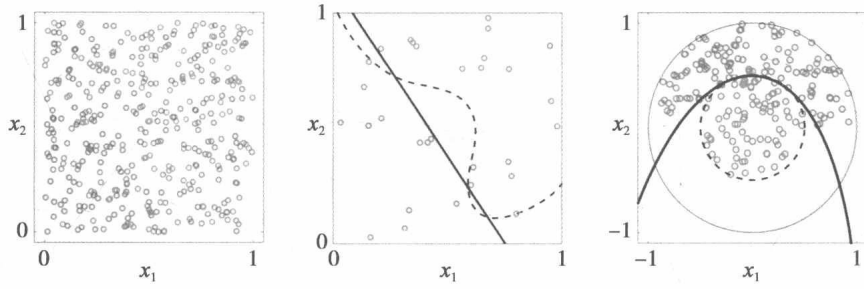


图 6-14

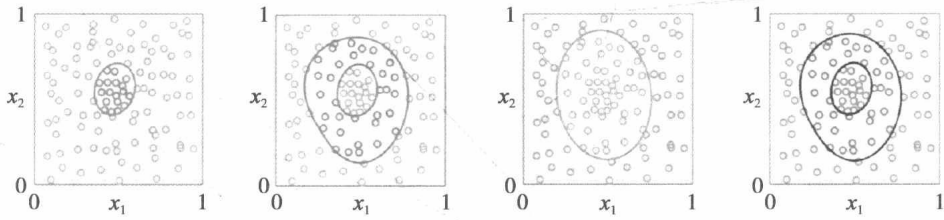


图 6-15

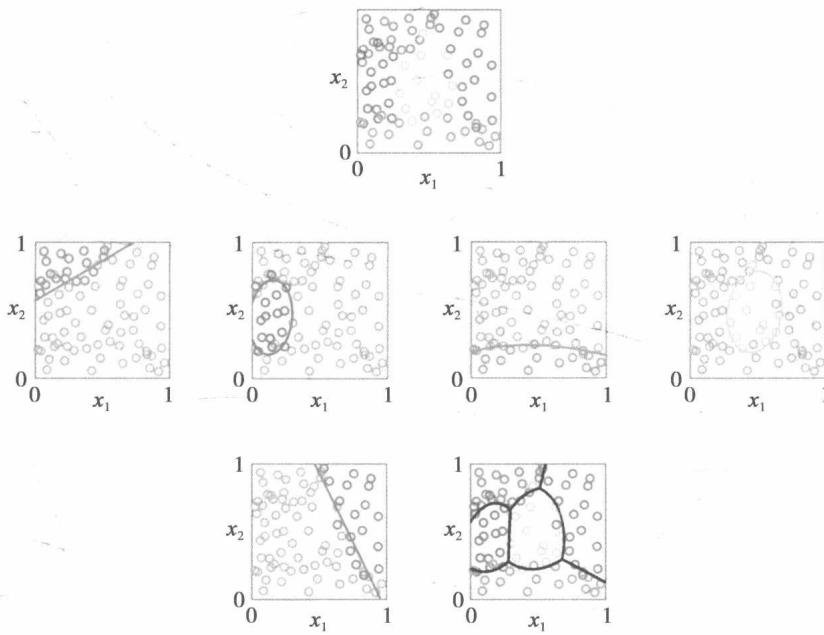


图 6-16

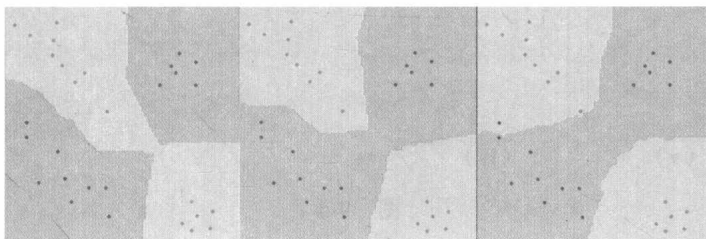


图 6-18

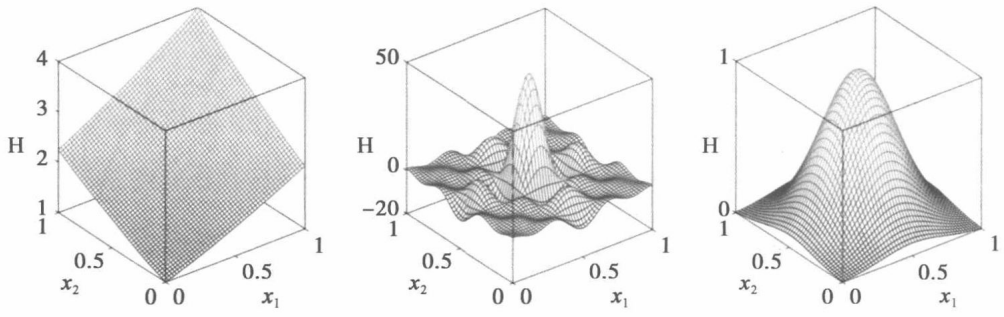


图 7-2

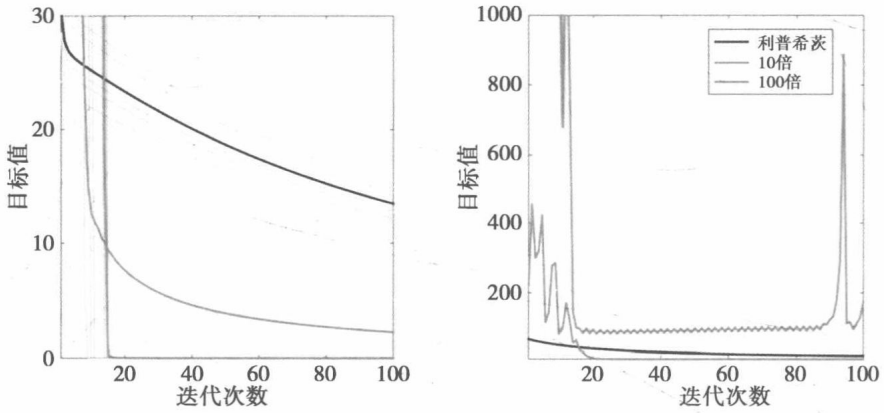


图 8-4

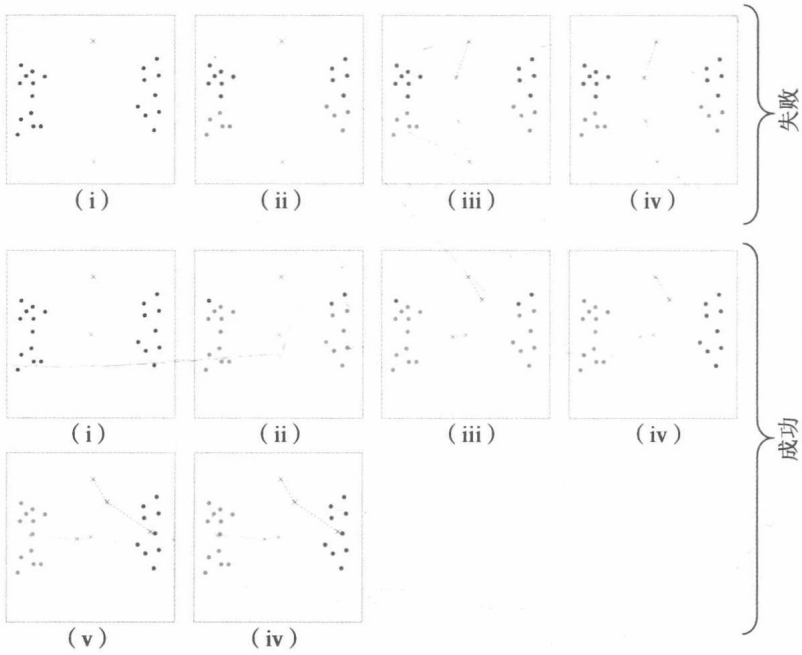


图 9-4

机器学习是人工智能的基石。近年来,随着数据的不断丰富和计算能力的不断提升,机器学习的发展日新月异。国内学术界和工业界对机器学习研究与应用的热忱很高。为了给中国机器学习的发展添砖加瓦,我们欣然接受了出版社的邀请,决定花时间翻译本书的英文原版。原著的三位作者来自美国西北大学,均是深耕机器学习领域多年的资深专家。其中,阿格洛斯·K.卡萨格罗斯教授是美国电气电子工程师学会和国际光学工程学会的会士,美国西北大学图像与视频处理实验室的主任。

阅读完原著后,促使译者下决心翻译本书的一个主要原因是:作者将机器学习的核心内容进行了精心的拆解和独特的编排,力图从统一的视角(函数逼近)对机器学习中那些貌似不同而实则相关的重要问题、概念和方法进行直观而又严谨的讲解。译者认为这将使广大的学习者耳目一新,受益匪浅。

本书内容丰富,不仅包含了数值优化、回归、分类、正则化、自动特征设计、核函数和神经网络等经典的机器学习内容,还包含了高级数值优化、面向大规模数据的降维和推荐等很前沿的高级机器学习技术,因此既可作为高年级本科生和研究生的教材,也可作为相关领域科研和工程人员的工具书。

书中每章内容都是自包含的,读者可以循序渐进地学习,也可以直接跳到感兴趣的主题学习。为了使初学者也能领略到机器学习的魅力,不至于一开始就迷失在纷繁芜杂的数学公式中而不知所云,作者对讲解方式也是费尽心思。全书强调优先使用直观的几何思维描述各个概念的基本原理,而推迟使用数学公式。译者认为这种深入浅出的讲解方式能让读者迅速抓住概念的本质和思想的源头,从而达到举一反三的学习效果。这种强调直观和精练的讲解方式使得只具有基本微积分和线性代数知识的读者都可舒心于书中的大部分内容。

此外,本书为每章都配套了丰富的练习题,用于巩固学习内容、拓展知识、启发兴趣。细心的读者将会发现,很多有难度的习题实际上都来源于参考文献中已经解决的科学问题。独立完成这些习题,就相当于独立解决了机器学习领域中一些重要的科学问题。作者希望以这种方式激发和启蒙读者的研究兴趣与研究方法。因此,强烈建议学有余力的读者进行尝试,必将受益匪浅。本书也非常重视算法的设计与实现,为读者提供了很多编程习题。因为作者坚信,学习的进步都是建立在亲自动手编写程序的基础上。在 www.cambridge.org/watt 上,读者可以找到书中主要算法以及所有编程习题对应的 Matlab 或 Python 源代码。

翻译本书时,译者力求内容忠实原著,并保留原著的写作风格,但由于译者水平有限,译文中难免存在一些错误与不妥之处,恳请读者批评指正。著作翻译是一项很耗时间和精力的工作,如果读者能从学习本书的过程中获得一些深入理解机器学习的新视角和新观点,并从中受益,译者就感到很欣慰了。

在本书的翻译过程中,译者得到了吉林大学符号计算与知识工程教育部重点实验室吴春国副教授,以及裴红斌、宋文卓、刘学艳、杨爽和张春旭同学的帮助,在此一并表示感谢。

杨博

吉林大学

2018年8月

在过去的十年中,机器学习用户急剧增长,从计算机科学、工程和数学系中相对较小的圈子,到现在学术界各个领域的学生和研究人员、工业界的从业者、数据科学家、企业家以及机器学习爱好者。你面前的这本书,将机器学习的标准课程分解成最基本的部分并进行了重新编排(经过精心打磨和组织),我们认为这将使广大的学习者受益匪浅。本书对最重要的概念进行了新颖、直观而又严谨的描述,它们是研究课题、制造产品、修补漏洞以及实践不可或缺的部分。

读者对象及本书使用方法

本书是为有兴趣理解机器学习核心概念(从基本原理到实际应用)的读者而写的。要充分利用本书,只需基本了解线性代数和微积分(即向量和矩阵运算,以及计算多元函数的梯度和海森矩阵的能力),再加上一些以前接触的计算机编程的基本概念(即条件和循环结构)。本书适合机器学习的入门者,也适合那些对机器学习有所了解的读者,他们渴望更加直观和更容易接受的讲授方式。

为此,在整本书中,我们优先使用新颖且一致的几何观点来描述每个概念的基本原理,推迟使用概率、统计以及神经学方面的观点。我们认为这种方式不仅能让读者更直观地理解许多核心概念,还有助于建立概念之间的联系,而这些概念(如逻辑回归、支持向量机、分类器、核方法以及前馈神经网络)通常被认为是完全不同的。本书也非常重视算法的设计和实现,并且在每章末尾为读者提供了许多编程习题。我们坚信,读者大部分的学习时间都是在自己动手编写程序的过程中度过的。简言之,本书旨在为读者提供一种独特的学习体验,即先有直觉后有知识,最后二者通过应用融合到一起。

本书内容

本书将学习的核心概念概括为四类。第一类,预测学习。预测学习包括两种任务,分别是预测取值连续的现象(如天体的未来位置)和区分不同的事物(如图像中不同的人脸)。第二类,特征设计。特征设计指的是一系列广泛的工程和数学工具,它们对预测学习模型能否在实际应用中取得成功至关重要。在本书中,我们将会看到,特征的生成往往建立在我们对数据集理解的水平上。第三类,函数逼近。当数据集的信息太少导致无法为它们设计恰当的特征时(因此必须严格地从数据本身学习),我们就会采用函数逼近的方法。第四类,数值优化。数值优化是前三类概念的驱动力,是机器学习解决实际问题的引擎。

全书概览

本书正文分为三个部分,后面的部分建立在前面部分的基础之上。

第一部分:基本工具及概念

该部分详细介绍了预测建模、数值优化和特征设计的基础。第1章进行总体介绍后,第2章介绍了数值优化的基础知识,使用这些工具可以恰当地调配预测学习模型。第3章和第