

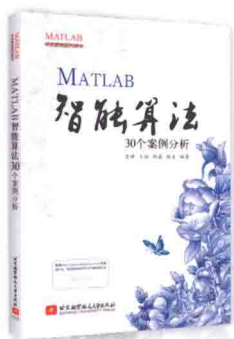
2012-2013年度全行业
优秀畅销书

MATLAB

智能算法

30个案例分析 (第2版)

郁磊 史峰 王辉 胡斐 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



2012—2013 年度全行业优秀畅销书

MATLAB 智能算法 30 个案例分析 (第 2 版)

郁磊 史峰 王辉 胡斐 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是作者多年从事算法研究的经验总结。书中所有案例均应国内各大 MATLAB 技术论坛网友的切身需求而精心设计,其中不少案例所涉及的内容和求解方法在国内现已出版的 MATLAB 书籍中鲜有介绍。

本书采用案例形式,以智能算法为主线,讲解了遗传算法、免疫算法、退火算法、粒子群算法、鱼群算法、蚁群算法和神经网络算法等最常用的智能算法的 MATLAB 实现。本书共给出 30 个案例,每个案例都是一个使用智能算法解决问题的具体实例,所有案例均由理论讲解、案例背景、MATLAB 程序实现和扩展阅读四个部分组成,并配有完整的程序源码和讲解视频,使读者在掌握算法的同时,也可以学习到作者们多年积累的编程经验与技巧,从而快速提高使用算法求解实际问题的能力。

本书可作为本科毕业设计、研究生项目设计、博士低年级课题设计参考书籍,同时对广大科研人员也有很高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 智能算法 30 个案例分析 / 郁磊等编著. —2
版. —北京:北京航空航天大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5124-1411-2

I. ①M… II. ①郁… III. ①Matlab 软件 IV.

①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 175994 号

版权所有,侵权必究。

MATLAB 智能算法 30 个案例分析(第 2 版)

郁磊 史峰 王辉 胡斐 编著

责任编辑 陈守平

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:20 字数:538 千字

2015 年 9 月第 2 版 2015 年 9 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-1411-2 定价:49.00 元(含光盘 1 张)

修订说明

时光荏苒,如白驹过隙,转眼间,《MATLAB 智能算法 30 个案例分析》已经陪伴各位读者走过了四个年头。在这期间,该书得到了广大读者的全面支持与包容,让我们备受鼓舞。

但自 R2010a 和 R2010b 以后, MATLAB 对优化工具箱和神经网络工具箱进行了较大幅度的更新,与《MATLAB 智能算法 30 个案例分析》一书相关的更新有:

① 自 R2010a 以后,遗传算法与直接搜索工具箱(Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, GADST)被集成到 Global Optimization Toolbox 中,其路径为 MATLAB 安装目录\toolbox\globaloptim。

② 自 R2010b 以后,神经网络工具箱(Neural Network Toolbox)对 BP 神经网络、竞争神经网络、自组织特征映射神经网络等模型的创建、训练和预测函数进行了升级。

为了方便读者学习,《MATLAB 智能算法 30 个案例分析(第 2 版)》对上一版的内容进行了以下修订:

① MATLAB 编程环境从 R2009a 版本升级到了 R2014a 版本。在新版本中,读者可以更加简单、方便地完成程序的实现,从而可以将更多的精力集中于算法的设计方面。

② 增加了配套光盘,其中包括各个章节的程序源码和讲解视频。程序源码部分兼容了 R2009a 和 R2014a 两个版本,读者可以根据自身情况灵活选择。配套视频中除了包括对各个案例的详细讲解外,还包含了作者多年积累的编程经验与技巧,相信读者可以从中获益良多。

③ 丰富了读者与作者的交流途径与渠道。除了在 MATLAB 技术论坛(www.matlab-sky.com)该书的交流版块参与交流,读者还可以加入该书的 QQ 读者交流群(群号:263599240),与作者以及其他读者一起交流学习,作者会不定期地组织一些集体答疑与讨论活动。

本次修订工作由郁磊统筹完成,其中,郁磊修订的章节包括:3、5、6、9、14、21、22 和 25~30;史峰修订的章节包括:2、10~13、15~17、23~24;王辉修订的章节包括:1、3、4、7~8、18~20。

除了上述修订内容外,《MATLAB 智能算法 30 个案例分析(第 2 版)》还勘误了上一版中存在的一些错误。在此过程中,得到了许多读者的帮助,如 MATLAB 技术论坛上的 denyu、kirchhof、qiuzhichang 和 prado5 等,在此不一一列举,衷心感谢他们!

对作者而言,过去的四年变化太多,有的作者出国深造,有的作者进入职场,有的作者娶妻生子,在此诚挚地感谢每一位作者的家人和朋友在背后的默默付出与支持,这是本书得以完成的动力与保障。

然而不变的是,作者们依旧保持着那份初心与激情,随时准备着与每一位读者交流与探索,携手进步与成长!

作者

2015 年 7 月 2 日于苏州

第 1 版前言

首先,我们想问大家一个问题:当您翻开一本书的时候,最希望看到的是什么?在看完一本书之后,你们最希望学会的是什么?

对于高年级的本科生、研究生和科研工作者来说,各种各样新奇和有趣的智能算法在其日常工作和学习时是会经常遇到的。有的读者会觉得智能算法很复杂,尤其是涉及一种算法有效性的证明过程,往往厚厚的一本书还不能全部讲解完毕;更有甚者,有些算法到目前为止,尚没有完整的数学证明过程来证明其有效性和收敛性。有的读者会觉得智能算法太深奥,尤其是当他们需要用一种算法来解决一个问题的时候,看着算法的原理,往往不知道如何去求解、怎样从问题中抽象出可以用某一种或者几种算法的数学模型,更不知道一些算法术语,比如粒子群中的粒子速度、遗传算法中的交叉操作等,实际编程中该怎么操作。

因此,对于这些算法,我们应该采取什么样的学习态度呢?是去翻一本厚厚的资料书来追本溯源,从一堆堆公式中去反复推导,还是根据算法的原理,花费大量的时间去一点点编写程序?笔者认为,这些钻研的精神是可取的,但是,我们一定要用大量的时间和精力去解决本身对我们意义并不是很大的问题吗?

笔者认为,如果我们只是用这些算法来解决实际问题,只是想用这些算法尝试一下常规算法难以准确求解的问题,那么,对于这些复杂的理论,我们可以简单研究,了解算法中最精髓的几个概念,以及算法模型的抽象方法即可,更应该把时间放在如何从实际待求解问题中抽取适合算法求解的模型上,甚至可以站在别人的肩膀上,通过改写别人的程序来求解自己的问题。

本书就是从这个角度出发来研究各种智能算法。书中没有对算法理论进行长篇的推导和论证(很少见到能够独立完整论证一种算法有效性的高手),没有烦琐的证明过程,而是把主要的精力放在了如何从一个问题中抽取出一个可以用某种智能算法求解的数学模型,以及如何用尽量规范的程序编程计算一个实际的问题。

本书讲解了遗传算法、免疫算法、退火算法、粒子群算法、鱼群算法、蚁群算法和神经网络等最常用的智能算法,以案例为结构组织形式,以各种算法的讲解为主线,每一个案例都是一个使用智能算法解决具体问题的实例,每一个案例均是由理论讲解、案例背景、MATLAB 程序实现、扩展阅读四个部分组成,充分体现了发现问题、解决问题的思想。参与本书编写的四名作者均有多年的 MATLAB 程序开发经验,并且在长期的算法使用过程中积累了比较丰富的求解问题的经验。本书在编写过程中,遵循了理论讲解深入浅出,问题求解思路清晰,程序讲解详细全面的主旨。希望读者通过阅读本书内容,不仅仅掌握算法的来源、概念、原理,更重要的是,可以提高采用算法求解实际问题的能力。

各位读者尤其需要关注的是,本书在 **MATLABSKY 论坛** 中开辟了专门的版块(<http://www.matlabsky.com/forum-78-1.html>),读者可以通过专版和作者进行面对面的交流,尽享“你来提问,我来回答”的温馨服务。我们也希望在交流中能够碰撞出智慧的火花,大家共同进步,一起提高。

由于作者水平有限,书中不妥之处,敬请专家和读者不吝指正。

郁磊 史峰 王辉 胡斐
2010 年 12 月 12 日于上海

目 录

第 1 章 谢菲尔德大学的 MATLAB 遗传算法工具箱	1
1.1 理论基础	1
1.1.1 遗传算法概述	1
1.1.2 谢菲尔德遗传算法工具箱	1
1.2 案例背景	3
1.2.1 问题描述	3
1.2.2 解题思路及步骤	3
1.3 MATLAB 程序实现	3
1.3.1 工具箱结构	3
1.3.2 遗传算法常用函数	4
1.3.3 遗传算法工具箱应用举例	12
1.4 延伸阅读	16
参考文献	16
第 2 章 基于遗传算法和非线性规划的函数寻优算法	17
2.1 理论基础	17
2.1.1 非线性规划	17
2.1.2 非线性规划函数	17
2.1.3 遗传算法基本思想	18
2.1.4 算法结合思想	18
2.2 案例背景	18
2.2.1 问题描述	18
2.2.2 算法流程	18
2.2.3 遗传算法实现	19
2.3 MATLAB 程序实现	20
2.3.1 适应度函数	20
2.3.2 选择操作	20
2.3.3 交叉操作	21
2.3.4 变异操作	22
2.3.5 算法主函数	23
2.3.6 非线性寻优	24
2.3.7 结果分析	24
2.4 延伸阅读	25
2.4.1 其他函数的优化	25
2.4.2 其他优化算法	26
参考文献	26

第 3 章 基于遗传算法的 BP 神经网络优化算法	27
3.1 理论基础	27
3.1.1 BP 神经网络概述	27
3.1.2 遗传算法的基本要素	27
3.2 案例背景	27
3.2.1 问题描述	27
3.2.2 解题思路及步骤	29
3.3 MATLAB 程序实现	31
3.3.1 神经网络算法	31
3.3.2 遗传算法主函数	32
3.3.3 比较使用遗传算法前后的差别	34
3.3.4 结果分析	35
3.4 延伸阅读	37
参考文献	37
第 4 章 基于遗传算法的 TSP 算法	38
4.1 理论基础	38
4.2 案例背景	38
4.2.1 问题描述	38
4.2.2 解决思路及步骤	39
4.3 MATLAB 程序实现	40
4.3.1 种群初始化	40
4.3.2 适应度函数	40
4.3.3 选择操作	41
4.3.4 交叉操作	41
4.3.5 变异操作	43
4.3.6 进化逆转操作	43
4.3.7 画路线轨迹图	43
4.3.8 遗传算法主函数	44
4.3.9 结果分析	47
4.4 延伸阅读	48
4.4.1 应用扩展	48
4.4.2 遗传算法的改进	49
4.4.3 算法的局限性	49
参考文献	49
第 5 章 基于遗传算法的 LQR 控制器优化设计	50
5.1 理论基础	50
5.1.1 LQR 控制	50
5.1.2 基于遗传算法设计 LQR 控制器	50
5.2 案例背景	51
5.2.1 问题描述	51
5.2.2 解题思路及步骤	52

5.3	MATLAB 程序实现	53
5.3.1	模型实现	53
5.3.2	遗传算法实现	54
5.3.3	结果分析	56
	参考文献	56
第 6 章	遗传算法工具箱详解及应用	57
6.1	理论基础	57
6.1.1	遗传算法的一些基本概念	57
6.1.2	遗传算法与直接搜索工具箱	58
6.2	案例背景	58
6.2.1	问题描述	58
6.2.2	解题思路及步骤	59
6.3	MATLAB 程序实现	59
6.3.1	GADST 各函数详解	59
6.3.2	GADST 的使用简介	63
6.3.3	使用 GADST 求解遗传算法相关问题	66
6.4	延伸阅读	68
	参考文献	68
第 7 章	多种群遗传算法的函数优化算法	69
7.1	理论基础	69
7.1.1	遗传算法早熟问题	69
7.1.2	多种群遗传算法概述	69
7.2	案例背景	70
7.2.1	问题描述	70
7.2.2	解题思路及步骤	71
7.3	MATLAB 程序实现	71
7.3.1	移民算子	72
7.3.2	人工选择算子	72
7.3.3	目标函数	73
7.3.4	标准遗传算法主函数	73
7.3.5	多种群遗传算法主函数	74
7.3.6	结果分析	75
7.4	延伸阅读	76
	参考文献	77
第 8 章	基于量子遗传算法的函数寻优算法	78
8.1	理论基础	78
8.1.1	量子遗传算法概述	78
8.1.2	量子比特编码	78
8.1.3	量子门更新	79
8.2	案例背景	79
8.2.1	问题描述	79

8.2.2	解题思路及步骤	80
8.3	MATLAB 程序实现	82
8.3.1	种群初始化	82
8.3.2	测量函数	82
8.3.3	量子旋转门函数	83
8.3.4	适应度函数	84
8.3.5	量子遗传算法主函数	85
8.3.6	结果分析	87
8.4	延伸阅读	87
	参考文献	88
第 9 章	基于遗传算法的多目标优化算法	89
9.1	理论基础	89
9.1.1	多目标优化及 Pareto 最优解	89
9.1.2	函数 gamultiobj	89
9.1.3	函数 gamultiobj 中的一些基本概念	90
9.2	案例背景	90
9.2.1	问题描述	90
9.2.2	解题思路及步骤	90
9.3	MATLAB 程序实现	91
9.3.1	gamultiobj 组织结构	91
9.3.2	函数 stepgamultiobj 分析	92
9.3.3	使用函数 gamultiobj 求解多目标优化问题	99
9.3.4	结果分析	100
	参考文献	101
第 10 章	基于粒子群算法的多目标搜索算法	102
10.1	理论基础	102
10.2	案例背景	102
10.2.1	问题描述	102
10.2.2	算法流程	103
10.2.3	适应度计算	103
10.2.4	筛选非劣解集	103
10.2.5	粒子速度和位置更新	103
10.2.6	粒子最优	104
10.3	MATLAB 程序实现	104
10.3.1	种群初始化	104
10.3.2	种群更新	104
10.3.3	更新个体最优粒子	105
10.3.4	非劣解筛选	105
10.3.5	仿真结果	106
10.4	延伸阅读	107
	参考文献	107

第 11 章 基于多层编码遗传算法的车间调度算法	108
11.1 理论基础	108
11.2 案例背景	108
11.2.1 问题描述	108
11.2.2 模型建立	108
11.2.3 算法实现	109
11.3 MATLAB 程序实现	110
11.3.1 主函数	110
11.3.2 适应度值计算	111
11.3.3 交叉函数	113
11.3.4 变异函数	113
11.3.5 仿真结果	114
11.4 案例扩展	115
11.4.1 模糊目标	115
11.4.2 代码分析	116
11.4.3 仿真结果	117
参考文献	117
第 12 章 免疫优化算法在物流配送中心选址中的应用	118
12.1 理论基础	118
12.1.1 物流中心选址问题	118
12.1.2 免疫算法的基本思想	118
12.2 案例背景	119
12.2.1 问题描述	119
12.2.2 解题思路及步骤	120
12.3 MATLAB 程序实现	122
12.3.1 免疫算法主函数	122
12.3.2 多样性评价	123
12.3.3 免疫操作	124
12.3.4 仿真实验	127
12.4 案例扩展	128
参考文献	129
第 13 章 粒子群算法的寻优算法	130
13.1 理论基础	130
13.2 案例背景	130
13.2.1 问题描述	130
13.2.2 解题思路及步骤	131
13.3 MATLAB 程序实现	131
13.3.1 PSO 算法参数设置	131
13.3.2 种群初始化	132
13.3.3 寻找初始极值	132
13.3.4 迭代寻优	133

13.3.5	结果分析	133
13.4	延伸阅读	134
13.4.1	惯性权重的选择	134
13.4.2	ω 变化的算法性能分析	135
	参考文献	136
第 14 章	基于粒子群算法的 PID 控制器优化设计	137
14.1	理论基础	137
14.2	案例背景	137
14.2.1	问题描述	137
14.2.2	解题思路及步骤	138
14.3	MATLAB 程序实现	139
14.3.1	Simulink 部分的程序实现	139
14.3.2	PSO 部分的程序实现	139
14.3.3	结果分析	141
14.4	延伸阅读	142
	参考文献	143
第 15 章	基于混合粒子群算法的 TSP 搜索算法	144
15.1	理论基础	144
15.2	案例背景	144
15.2.1	问题描述	144
15.2.2	算法流程	144
15.2.3	算法实现	144
15.3	MATLAB 程序实现	145
15.3.1	适应度函数	145
15.3.2	粒子初始化	146
15.3.3	交叉操作	146
15.3.4	变异操作	147
15.3.5	仿真结果	148
15.4	延伸阅读	148
	参考文献	149
第 16 章	基于动态粒子群算法的动态环境寻优算法	150
16.1	理论基础	150
16.1.1	动态粒子群算法	150
16.1.2	动态环境	150
16.2	案例背景	151
16.3	MATLAB 程序实现	152
16.3.1	动态环境函数	152
16.3.2	种群初始化	153
16.3.3	循环动态寻找	153
16.3.4	仿真结果	154
16.4	延伸阅读	155

16.4.1	APSO	155
16.4.2	EPSO	155
16.4.3	TDPSO	155
参考文献		156
第 17 章 基于 PSO 工具箱的函数寻优算法		157
17.1	理论基础	157
17.1.1	工具箱介绍	157
17.1.2	工具箱函数解释	157
17.2	案例背景	158
17.2.1	问题描述	158
17.2.2	工具箱设置	158
17.3	MATLAB 程序实现	159
17.3.1	适应度函数	159
17.3.2	主函数	160
17.3.3	仿真结果	160
17.4	延伸阅读	161
参考文献		161
第 18 章 基于鱼群算法的函数寻优算法		162
18.1	理论基础	162
18.1.1	人工鱼群算法概述	162
18.1.2	人工鱼群算法的主要行为	162
18.1.3	问题的解决	163
18.2	案例背景	163
18.2.1	问题描述	163
18.2.2	解题思路及步骤	164
18.3	MATLAB 程序实现	167
18.3.1	鱼群初始化函数	167
18.3.2	觅食行为	167
18.3.3	聚群行为	168
18.3.4	追尾行为	170
18.3.5	目标函数	171
18.3.6	一元函数优化	171
18.3.7	二元函数优化	173
18.4	延伸阅读	176
18.4.1	人工鱼群算法优点	176
18.4.2	算法改进的几个方向	176
参考文献		177
第 19 章 基于模拟退火算法的 TSP 算法		178
19.1	理论基础	178
19.1.1	模拟退火算法基本原理	178
19.1.2	TSP 问题介绍	179

19.2	案例背景	179
19.2.1	问题描述	179
19.2.2	解题思路及步骤	179
19.3	MATLAB 程序实现	180
19.3.1	计算距离矩阵	180
19.3.2	初始解	180
19.3.3	生成新解	180
19.3.4	Metropolis 准则函数	181
19.3.5	画路线轨迹图	181
19.3.6	输出路径函数	182
19.3.7	可行解路线长度函数	182
19.3.8	模拟退火算法主函数	183
19.3.9	结果分析	185
19.4	延伸阅读	187
19.4.1	模拟退火算法的改进	187
19.4.2	算法的局限性	187
	参考文献	187
第 20 章	基于遗传模拟退火算法的聚类算法	188
20.1	理论基础	188
20.1.1	模糊聚类分析	188
20.1.2	模拟退火算法	188
20.1.3	遗传算法	188
20.1.4	模拟退火算法与遗传算法结合	188
20.2	案例背景	189
20.2.1	问题描述	189
20.2.2	解题思路及步骤	189
20.3	MATLAB 程序实现	191
20.3.1	FCM 聚类实现	191
20.3.2	SAGA 优化初始聚类中心	192
20.4	延伸阅读	196
	参考文献	196
第 21 章	模拟退火算法工具箱及其应用	197
21.1	理论基础	197
21.1.1	模拟退火算法工具箱	197
21.1.2	模拟退火算法的一些基本概念	198
21.2	案例背景	198
21.2.1	问题描述	198
21.2.2	解题思路及步骤	199
21.3	MATLAB 程序实现	199
21.3.1	函数 sanewpoint	199
21.3.2	函数 saupdates	202

21.3.3	应用 SAT 求函数 Rastrigin 的最小值	203
21.3.4	结果分析	203
	参考文献	204
第 22 章	蚁群算法的优化计算——旅行商问题 (TSP) 优化	205
22.1	理论基础	205
22.1.1	蚁群算法基本思想	205
22.1.2	蚁群算法解决 TSP 问题基本原理	205
22.1.3	蚁群算法解决 TSP 问题基本步骤	206
22.1.4	蚁群算法的特点	207
22.2	案例背景	207
22.2.1	问题描述	207
22.2.2	解题思路及步骤	207
22.3	MATLAB 程序实现	209
22.3.1	清空环境变量	209
22.3.2	导入数据	209
22.3.3	计算城市间相互距离	209
22.3.4	初始化参数	209
22.3.5	迭代寻找最佳路径	210
22.3.6	结果显示	212
22.3.7	绘图	212
22.4	延伸阅读	213
22.4.1	参数的影响及选择	213
22.4.2	延伸阅读	215
	参考文献	216
第 23 章	基于蚁群算法的二维路径规划算法	217
23.1	理论基础	217
23.1.1	路径规划算法	217
23.1.2	MAKLINK 图论理论	217
23.1.3	蚁群算法	218
23.1.4	dijkstra 算法	219
23.2	案例背景	219
23.2.1	问题描述	219
23.2.2	算法流程	219
23.2.3	蚁群算法实现	219
23.3	MATLAB 程序	221
23.3.1	dijkstra 算法	221
23.3.2	蚁群算法搜索	222
23.3.3	结果分析	224
23.4	延伸阅读	225
23.4.1	蚁群算法改进	225
23.4.2	程序实现	226

参考文献	228
第 24 章 基于蚁群算法的三维路径规划算法	229
24.1 理论基础	229
24.1.1 三维路径规划问题概述	229
24.1.2 三维空间抽象建模	229
24.2 案例背景	230
24.2.1 问题描述	230
24.2.2 算法流程	230
24.2.3 信息素更新	230
24.2.4 可视搜索空间	231
24.2.5 蚁群搜索策略	231
24.3 MATLAB 程序	232
24.3.1 启发值计算函数	232
24.3.2 适应度计算函数	233
24.3.3 路径搜索	233
24.3.4 主函数	234
24.3.5 仿真结果	235
24.4 延伸阅读	236
参考文献	236
第 25 章 有导师学习神经网络的回归拟合——基于近红外光谱的汽油辛烷值预测	237
25.1 理论基础	237
25.1.1 BP 神经网络概述	237
25.1.2 RBF 神经网络概述	240
25.2 案例背景	242
25.2.1 问题描述	242
25.2.2 解题思路及步骤	242
25.3 MATLAB 程序实现	243
25.3.1 清空环境变量	243
25.3.2 产生训练集/测试集	243
25.3.3 创建/训练 BP 神经网络及仿真测试	244
25.3.4 创建 RBF 神经网络及仿真测试	244
25.3.5 性能评价	244
25.3.6 绘图	245
25.4 延伸阅读	246
25.4.1 网络参数的影响及选择	246
25.4.2 案例延伸	246
参考文献	247
第 26 章 有导师学习神经网络的分类——鸢尾花种类识别	248
26.1 理论基础	248
26.1.1 广义回归神经网络(GRNN)概述	248
26.1.2 概率神经网络(PNN)概述	250

26.2	案例背景	251
26.2.1	问题描述	251
26.2.2	解题思路及步骤	252
26.3	MATLAB 程序实现	253
26.3.1	清空环境变量	253
26.3.2	产生训练集/测试集	253
26.3.3	建立模型	254
26.3.4	性能评价	255
26.3.5	绘图	255
26.3.6	结果分析	256
26.4	延伸阅读	257
	参考文献	257
第 27 章	无导师学习神经网络的分类——矿井突水水源判别	259
27.1	理论基础	259
27.1.1	竞争神经网络概述	259
27.1.2	SOFM 神经网络概述	261
27.2	案例背景	262
27.2.1	问题描述	262
27.2.2	解题思路及步骤	262
27.3	MATLAB 程序实现	263
27.3.1	清空环境变量	263
27.3.2	产生训练集/测试集	263
27.3.3	创建/训练竞争神经网络及仿真测试	264
27.3.4	创建 SOFM 神经网络及仿真测试	264
27.3.5	性能评价	265
27.3.6	结果分析	265
27.4	延伸阅读	267
27.4.1	竞争神经网络与 SOFM 神经网络性能对比	267
27.4.2	案例延伸	268
	参考文献	268
第 28 章	支持向量机的分类——基于乳腺组织电阻抗特性的乳腺癌诊断	269
28.1	理论基础	269
28.1.1	支持向量机分类原理	269
28.1.2	libsvm 软件包简介	273
28.2	案例背景	273
28.2.1	问题描述	273
28.2.2	解题思路及步骤	274
28.3	MATLAB 程序实现	275
28.3.1	清空环境变量	275
28.3.2	产生训练集/测试集	275
28.3.3	数据归一化	276

28.3.4	创建/训练 SVM(RBF 核函数)	276
28.3.5	SVM 仿真测试	277
28.3.6	绘图	277
28.4	延伸阅读	278
28.4.1	性能对比	278
28.4.2	案例延伸	279
	参考文献	279
第 29 章	支持向量机的回归拟合——混凝土抗压强度预测	280
29.1	理论基础	280
29.1.1	SVR 基本思想	280
29.1.2	支持向量机的训练算法	282
29.2	案例背景	283
29.2.1	问题描述	283
29.2.2	解题思路及步骤	283
29.3	MATLAB 程序实现	284
29.3.1	清空环境变量	284
29.3.2	产生训练集/测试集	284
29.3.3	数据归一化	285
29.3.4	创建/训练 SVR 模型	285
29.3.5	SVR 仿真预测	286
29.3.6	绘图	286
29.4	延伸阅读	287
29.4.1	核函数对模型性能的影响	287
29.4.2	性能对比	288
29.4.3	案例延伸	289
	参考文献	289
第 30 章	极限学习机的回归拟合及分类——对比实验研究	290
30.1	理论基础	290
30.1.1	ELM 的基本思想	290
30.1.2	ELM 的学习算法	292
30.1.3	ELM 的 MATLAB 实现	293
30.2	案例背景	296
30.2.1	问题描述	296
30.2.2	解题思路及步骤	296
30.3	MATLAB 程序实现	296
30.3.1	ELM 的回归拟合——基于近红外光谱的汽油辛烷值预测	297
30.3.2	ELM 的分类——鸢尾花种类识别	299
30.4	延伸阅读	301
30.4.1	隐含层神经元个数的影响	301
30.4.2	案例延伸	301
	参考文献	301