

MATLAB中文论坛鼎力支持
提供“在线交流，有问必答”网络互动答疑服务

- ✓ 详解10个工程应用案例、30个算法案例和40种算法应用
- ✓ 重点介绍了10种生物智能算法：粒子群算法、遗传算法、免疫算法、蚁群算法、引力搜索算法、细菌觅食算法、匈牙利算法和人工蜂群算法等
- ✓ 结合算法分析的理论 and 流程，详细讲解每个工程案例的实现步骤和具体代码
- ✓ 循序渐进，逐步引导读者深入挖掘实际问题背后的数学问题及算法求解

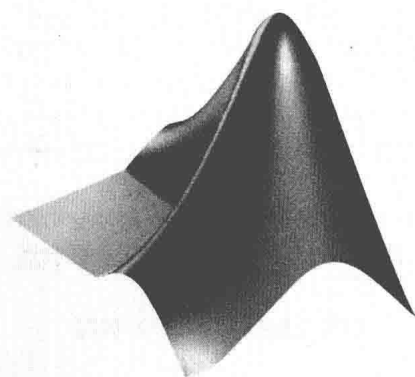
MATLAB

优化算法案例分析与应用 (进阶篇)

余胜威 编著



清华大学出版社



MATLAB

优化算法案例分析与应用 (进阶篇)

余胜威 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书全面、系统、深入地介绍了 MATLAB 算法及案例应用。书中结合算法分析的理论和流程, 详细了大量的工程案例及其具体的代码实现, 让读者可以深入学习和掌握各种算法在相关领域中的具体应用。

本书共分两篇。第 1 篇为 MATLAB 常用算法应用设计, 包括贝叶斯分类器的数据处理、背景差分的运动目标检测、小波变换的图像压缩、BP 的模型优化预测、RLS 算法的数据预测、GA 优化的 BP 网络算法分析、分形维数应用、碳排放约束下的煤炭消费量优化预测、焊缝边缘检测算法对比分析、指纹图像细节特征提取、多元回归模型的矿井通风量计算、非线性多混合拟合模型的植被过滤带计算、伊藤微分方程的布朗运动分析、Q 学习的无线体域网路由方法和遗传算法的公交排班系统分析。第 2 篇为 MATLAB 高级算法应用设计, 包括人脸检测识别、改进的多算子融合图像识别系统设计、罚函数的粒子群算法的函数寻优、车载自组织网络中路边性能及防撞算法研究、免疫算法的数值逼近优化分析、启发式算法的函数优化分析、一级倒立摆变结构控制系统设计与仿真研究、蚁群算法的函数优化分析、引力搜索算法的函数优化分析、细菌觅食算法的函数优化分析、匈牙利算法的指派问题优化分析、人工蜂群算法的函数优化分析、改进的遗传算法的城市交通信号优化分析、差分进化算法的函数优化分析和鱼群算法的函数优化分析。

本书既适合所有想全面学习 MATLAB 算法开发的人员阅读, 也适合各种使用 MATLAB 进行开发的工程技术人员阅读。对于相关高校的教学与研究, 本书也是不可或缺的参考书。另外, 对于 MATLAB 爱好者, 本书也对网络上讨论的大部分疑难问题给出了解答, 值得一读。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 优化算法案例分析与应用: 进阶篇 / 余胜威编著. —北京: 清华大学出版社, 2015
ISBN 978-7-302-39701-4

I. ①M… II. ①余… III. ①Matlab 软件-应用-最优化算法 IV. ①O242.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 061952 号

责任编辑: 杨如林

封面设计: 欧振旭

责任校对: 胡伟民

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 34.75

字 数: 910 千字

版 次: 2015 年 6 月第 1 版

印 次: 2015 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 79.80 元

产品编号: 063390-01

在线交流，有问必答

国内最大的 MATLAB&Simulink 技术交流平台——MATLAB 中文论坛（www.iLoveMatlab.cn）联合本书作者和编辑，一起为您提供与本书相关的问题解答和 MATLAB 技术支持服务，让您获得最佳的阅读体验。请随时登录 MATLAB 中文论坛，提出您在阅读本书时产生的疑问，作者将定期为您解答。您对本书的任何建议也可以在论坛上发帖，以便于我们后续改进。您的建议将是我们创造精品的最大动力和源泉。

“在线交流，有问必答”网络互动参与步骤：

- (1) 在 MATLAB 中文论坛 www.iLoveMatlab.cn 上注册一个会员账号并登录。
- (2) 从如图 1 所示的本书配套在线交流卡上获得配套密码（配套密码需要读者刮开封底上的在线交流卡的涂层获取）。



图 1 在线交流卡

- (3) 在 www.iLoveMatlab.cn/book.php 上验证密码。
- (4) 验证完毕，在论坛的“MATLAB 读书频道：与作者面对面交流”版块上找到本书板块发帖提问，与作者在线交流，如图 2 所示。

MATLAB 读书频道：与作者面对面交流

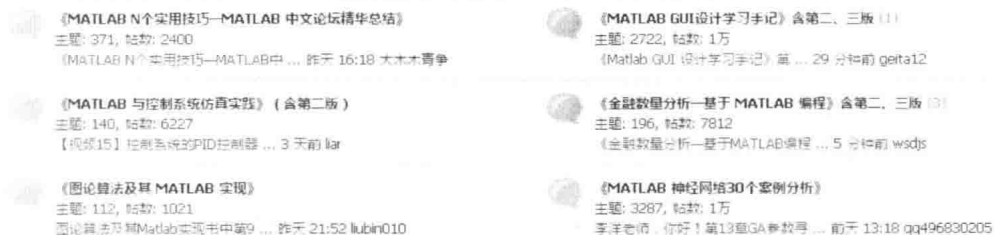



图 2 “MATLAB 读书频道：与作者面对面交流”版块

(5) 其他增值服务。读者可以通过本书的“在线交流，有问必答”版块下载本书源程序和教学 PPT，也可以查看本书的相关勘误信息，如图 3 所示。

-  [我分享] 《MATLAB优化算法案例分析与应用》随书附带程序下载 ... 2 3 4 5 6 .. 58
-  [我分享] 《MATLAB优化算法案例分析与应用》随书课件PPT下载 ... 2 3 4 5 6 .. 60
-  [我分享] 《MATLAB优化算法案例分析与应用》书籍勘误 ... 2 3

图3 本书“在线交流，有问必答”版块增值服务

 **注意：**因为一本书对应一个密码，所以请读者在购买本书后的第一时间内验证密码。多人重复验证将不会通过。如果读者按上述要求验证依然不成功，请将本书封面和在线交流卡拍照，连同用户名一起发到 ilovematlab@foxmail.com，将有人负责手动验证。读者也可以给 bookservice2008@163.com 发邮件获取帮助。在线交流常见问题请参考 www.iLoveMatlab.cn/book/faq.html。

前 言

为了能更有效地解决工业生产过程中大量存在的优化问题，自 20 世纪 80 年代以来，涌现出了很多智能优化算法。它们通过模拟某一自然现象或过程而发展起来，为解决复杂系统的优化问题提供了新的思路 and 手段，自诞生就引起了国内外学者的广泛关注，并被应用于许多领域。MATLAB 作为一款科学计算软件被广大的科研人员所热爱，其强大的数据计算功能、图像的可视化界面及代码的可移植性受到了科研人员及高校师生的认可。借助 MATLAB 进行算法开发，能够解决几乎所有的工程问题。

目前市场上出版的同类书籍大多数缺少理论和背景分析，还有一些书中的代码使用了伪代码，这导致读者面对自己的课题不知道如何应用，或者是根本没法应用这些代码。为了让读者能更好地学习 MATLAB 优化算法，笔者编写并出版了《MATLAB 优化算法案例分析与应用》（清华大学出版社，2014 年 9 月第 1 版）。该书上市后深受读者欢迎，但因篇幅所限，也无法将所有常见的 MATLAB 算法都讲解到。为了让读者更加全面地学习 MATLAB 算法应用，笔者在该书的基础上重新编写了“进阶篇”。两本书中所涉及的算法在算法种类上形成了互补，读者可以通过这两本书更好及更完整地阅读相关领域的全套算法，从而丰富自己的 MATLAB 算法应用。

本书中的算法案例针对具体的工程背景，采用不同的算法对所涉及的案例用 MATLAB 进行求解，让读者能真正理解算法的本质，从而更好地将其应用到实际工程和科学研究中。本书以智能算法应用为主，以分析工程案例为辅，做到了理论和算法相结合，并详细讲解其思路和设计步骤，向读者展示了如何运用 MATLAB 进行算法开发和设计。

对算法熟悉的读者也许会注意到，一种高级算法总是和函数优化分析相结合。因为所有的工程问题归根结底都转化为函数问题，所以算法和函数优化结合的案例分析是 MATLAB 算法学习中最通用的剖析方法，也是 MATLAB 算法学习的精华。希望广大读者能够很好地掌握。

本书特色

1. 提供“在线交流，有问必答”网络互动答疑服务

国内最大的 MATLAB&Simulink 技术交流平台——MATLAB 中文论坛（www.iLoveMatlab.cn）联合本书作者和编辑，一起为您提供与本书相关的问题解答和 MATLAB 技术支持服务，让您获得最佳的阅读体验。具体参与方式请详细阅读本书封底的说明。

2. 内容讲解不枯燥

本书结合相关算法理论和实践案例，抽出和算法相关的理论作为支撑，通过求解流程以及算法迭代过程，让读者容易理解并且掌握。书中的案例大多数是针对具体的工程应用和研究，阅读起来不枯燥。

3. 内容丰富和深入，覆盖面极广

相比笔者之前出版的《MATLAB 优化算法案例分析与应用》一书，本书内容更加丰富，涵盖面更加广泛，而且内容更加深入。本书基本包括了所有常见的 MATLAB 优化算法及应用，包括贝叶斯分类器、期望最大化算法、K 最近邻密度估计、朴素贝叶斯分类器、背景差分法、小波变换、BP 网络、递归最小二乘（RLS）算法、GA 优化的 BP 网络算法、分形盒维数、带约束的非线性目标优化、边缘检测算法、人脸检测、改进的图像边缘检测算法、指纹图形去伪算法、多元回归算法、DW 检验、非线性多混合函数拟合模型、伊藤微分方程、布朗运动、无线体域网路由方法、罚函数的粒子群算法、遗传算法、图像识别、车载自组织网络、免疫算法、启发式搜索算法、倒立摆变结构控制系统设计、蚁群算法、万有引力搜索算法、细菌觅食算法、匈牙利算法、人工蜂群算法、改进的遗传算法、差分进化算法和鱼群算法等。针对分类、预测、优化和控制系统问题，本书采用不同的算法进行设计，即便初学者通过阅读本书也可以开发出适用于自己问题的程序。

4. 循序渐进，由浅入深

本书从算法原理与求解流程出发，辅以 MATLAB 程序验证，通过算法代码可以直观地理解算法原理中所涉及的公式，从而引导读者去认识和掌握群智能算法的思想。

5. 大量真实案例，随学随用

本书是一本注重实践的书。因此，有大量的篇幅用在了真实的 MATLAB 算法解决具体案例中。本书在偏重于群智能算法讲解，如蚁群算法、遗传算法、差分进化算法、蜂群算法和细菌觅食算法等，通过函数优化分析，采用不同的算法通过寻优求解，读者可以从这些实例中更加深刻的理解，同时，只需要稍加修改这些案例，即可用于读者正在应用的项目或课题上去，从而实现问题的求解。

6. 语言通俗易懂，讲解图文并茂

本书用通俗易懂的语言讲解各个知识点和算法案例，而且在讲解过程中提供了大量的图示帮助读者直观地理解所学知识。所以无论是新手，还是有一定基础的读者，都能顺利地阅读本书，从而提高自己的算法水平。

本书内容

第1篇 MATLAB常用算法应用设计（第1~16章）

本篇介绍了 MATLAB 的常用算法，包括贝叶斯分类器、期望最大化算法、K 最近邻

密度估计、朴素贝叶斯分类器、背景差分法、小波变换、BP 网络、递归最小二乘 (RLS) 算法、GA 优化的 BP 网络算法、分形盒维数、带约束的非线性目标优化、边缘检测算法、人脸检测、改进的图像边缘检测算法、指纹图形去伪算法、多元回归算法、DW 检验、非线性多混合函数拟合模型、伊藤微分方程和布朗运动等案例。通过该类较为常用的算法引入，读者可以应用这些案例解决一些常见问题，如图像检测、函数优化预测、拟合回归和分类等模型。通过对这些内容的学习，也为第 2 篇的学习打下了坚实的算法基础。

第2篇 MATLAB高级算法应用设计（第17~30章）

本篇涉及面较广，而且内容较为深入，主要介绍了罚函数的粒子群算法、遗传算法、图像识别、车载自组织网络、免疫算法、启发式搜索算法、倒立摆变结构控制系统设计、蚁群算法、万有引力搜索算法、细菌觅食算法、匈牙利算法、人工蜂群算法、改进的遗传算法、差分进化算法和鱼群算法等案例。通过这些算法案例分析，并结合算法理论和程序代码，能真正适应广大科研人员和高校师生的需要。通过学习本篇的 MATLAB 高级算法应用，可以让读者向更广泛、更具体和更多的应用发展，可以让读者真正掌握算法核心，设计和开发出符合要求的可移植性代码。

本书读者对象

- MATLAB 算法初学者；
- MATLAB 算法爱好者；
- MATLAB 算法研究者；
- MATLAB 开发人员；
- MATLAB 爱好者；
- MATLAB 相关从业人员；
- 算法开发从业人员；
- 刚入职的初中级程序员；
- 大中专院校的学生；
- 相关培训学校的学员。

本书配套资源获取方式

本书涉及的源程序及教学 PPT 需要读者自行下载。请登录 MATLAB 中文论坛 www.iLoveMatlab.cn，然后在论坛的“MATLAB 读书频道：与作者面对面交流”版块上找到本书页面后下载。读者也可以到清华大学出版社的网站上（www.tup.com.cn）搜索到本书页面，然后按照提示下载。

阅读建议

- 算法初学者建议先阅读《MATLAB 优化算法案例分析与应用》一书，然后再阅读本书，效果更好；

- 对算法有一定了解和研究的读者可以根据自己的实际情况安排阅读计划；
- 经常到 MATLAB 中文论坛上逛逛，阅读相关技术帖子，也是很好的提高方式；
- 每个案例都要亲手实践，并思考是否可以用于自己的工程项目或者研究中。

本书作者

本书由余胜威主笔编写。其他参与编写的人员有李小妹、周晨、桂凤林、李然、李莹、李玉青、倪欣欣、魏健蓝、夏雨晴、萧万安、余慧利、袁欢、占俊、周艳梅、杨松梅、余月、张广龙、张亮、张晓辉、张雪华、赵海波、赵伟、周成、朱森。

笔者结合自己在西南交通大学学习期间掌握的各类算法及出于对 MATLAB 的爱好，通过参阅大量的相关资料，精心准确，写作了本书。由于算法研究的复杂性，笔者的写作也需要借鉴前辈的一些研究成果才能做得更好，所以本书写作的过程中笔者也参考了一些自己平时积累的参考资料，部分资料可能来自于前辈们的著作。在此向这些前辈们表示深深的敬意和感谢！由于无法联系到原作者，所以写作时也无法一一征求意见。如果有不当之处，请联系笔者或者本书编辑。

阅读本书的过程中若有疑问，可以在 MATLAB 中文论坛的本书交流版块提问，也可以发邮件到 bookservice2008@163.com，我们会及时答复。

编著者
于成都

目 录

第 1 篇 MATLAB 常用算法应用设计

第 1 章 基于贝叶斯分类器的数据处理与 MATLAB 实现	2
1.1 贝叶斯理论	2
1.2 高斯概率密度函数	3
1.3 最小距离分类器	8
1.3.1 欧氏距离分类器	8
1.3.2 马氏距离分类器	8
1.3.3 基于高斯概率密度函数的最大似然估计	10
1.4 混合概率分布	13
1.5 期望最大化算法	17
1.6 Parzen 窗	30
1.7 K 最近邻密度估计法	31
1.8 朴素贝叶斯分类器	34
1.9 最近邻分类原则	36
1.10 本章小结	37
第 2 章 基于背景差分的运动目标检测与 MATLAB 实现	38
2.1 运动目标检测的一般过程	38
2.1.1 手动背景法	38
2.1.2 统计中值法	39
2.1.3 算术平均法	39
2.2 运动目标检测的一般方法	41
2.2.1 帧间差法运动目标检测	41
2.2.2 背景差法运动目标检测	43
2.3 本章小结	45
第 3 章 基于小波变换的图像压缩与 MATLAB 实现	46
3.1 小波变换原理	46
3.2 多尺度分析	47
3.3 图像的分解和量化	48
3.3.1 一维小波变换	48
3.3.2 二维变换体系	49
3.3.3 量化	49

3.4	图像压缩编码	50
3.4.1	图像编码评价	51
3.4.2	压缩比准则	52
3.5	图像压缩与 MATLAB 实现	52
3.6	本章小结	60
第 4 章	基于 BP 的模型优化预测与 MATLAB 实现	61
4.1	BP 神经网络模型及其基本原理	61
4.2	MATLAB BP 神经网络工具箱	62
4.3	基于 BP 神经网络的 PID 参数整定	64
4.3.1	理论分析	64
4.3.2	算法流程	67
4.3.3	算法仿真	68
4.4	基于 BP 神经网络的数字识别系统设计	72
4.5	本章小结	76
第 5 章	基于 RLS 算法的数据预测与 MATLAB 实现	77
5.1	递归最小二乘 (RLS) 算法应用背景	77
5.2	RLS 算法基本原理与流程	78
5.2.1	RLS 算法基本原理	78
5.2.2	RLS 算法流程	79
5.3	RLS 数据线性预测分析与 MATLAB 实现	80
5.4	本章小结	83
第 6 章	基于 GA 优化的 BP 网络算法分析与 MATLAB 实现	84
6.1	遗传算法	84
6.2	BP 神经网络	85
6.3	基于 GA 优化的 BP 神经网络的大脑灰白质图像分割	85
6.4	基于 GA 优化的 BP 神经网络的矿井通风量计算	98
6.4.1	某工作面最优通风量分析	101
6.4.2	总回风巷最优通风量分析	113
6.5	本章小结	124
第 7 章	分形维数应用与 MATLAB 实现	125
7.1	分形盒维数概述	125
7.2	二维图像分形盒维数分析	126
7.3	基于短时分形维数的语音信号检测	127
7.3.1	时间序列信号图形的网格分形	127
7.3.2	噪声语音信号的短时网格分形	128
7.4	本章小结	132
第 8 章	碳排放约束下的煤炭消费量优化预测	133
8.1	煤炭消费量概述	133
8.2	煤炭影响因素分析	135
8.3	煤炭消耗量优化预测模型构建	136
8.3.1	CO ₂ 排放强度的双立方插值拟合	136

8.3.2	煤炭、石油和天然气与 CO ₂ 排放强度回归模型构建	137
8.3.3	煤炭、石油和天然气碳排放系数构建	140
8.3.4	节能减排和经济发展优化目标构建与求解	141
8.4	本章小结	145
第 9 章	焊缝边缘检测算法对比分析与 MATLAB 实现	146
9.1	焊缝边缘检测研究	146
9.2	图像预处理技术	147
9.3	焊缝图像边缘检测	149
9.3.1	Sobel 算子	149
9.3.2	Prewitt 算子	151
9.3.3	Canny 算子	152
9.3.4	形态学处理	155
9.3.5	边缘检测效果对比	156
9.4	本章小结	158
第 10 章	指纹图像细节特征提取与 MATLAB 实现	159
10.1	指纹识别技术概述	159
10.2	指纹识别系统的工作原理	159
10.3	指纹细节特征的提取	160
10.3.1	指纹特征提取的方法	160
10.3.2	指纹图像的细化后处理	161
10.3.3	特征点的提取	162
10.3.4	指纹特征的去伪	163
10.4	指纹图像去伪与 MATLAB 实现	163
10.5	本章小结	168
第 11 章	基于多元回归模型的矿井通风量计算	169
11.1	矿井通风量概述	169
11.2	矿井通风量回归模型分析	169
11.3	通风量多元回归分析	170
11.3.1	数据的预处理	170
11.3.2	瓦斯、煤尘、温度、湿度与通风量模型的建立	173
11.4	矿井最优通风风量有效性分析	175
11.4.1	空气中煤尘浓度与风速映射关系建模	175
11.4.2	空气中瓦斯浓度与风速映射关系建模	176
11.4.3	矿井中温湿度与风速映射关系建模	177
11.5	预测模型误差检验	178
11.6	本章小结	180
第 12 章	基于非线性多混合拟合模型的植被过滤带计算	181
12.1	植被试验场概况	181
12.2	试验方法	182
12.2.1	试验参数	182

12.2.2	土样的分析方法	182
12.2.3	水样的分析方法	183
12.3	植被过滤带净化效果评价方法	183
12.4	植被过滤带净化效果影响因素分析	184
12.4.1	植被条件对植被过滤带净化效果的影响	184
12.4.2	入流水文条件对植被过滤带净化效果的影响	185
12.4.3	带宽对植被过滤带净化效果的影响	185
12.4.4	坡度对植被过滤带净化效果的影响	186
12.4.5	入流污染物浓度对植被过滤带净化效果的影响	187
12.4.6	土壤初始含水量对植被过滤带净化效果的影响	188
12.5	植被过滤带净化效果关联度计算	188
12.6	基于非线性多混合拟合模型的浓度削减率计算	191
12.7	本章小结	197
第 13 章	基于伊藤微分方程的布朗运动分析	198
13.1	随机微分方程数学模型	198
13.1.1	布朗运动概述	198
13.1.2	布朗运动的数学模型	199
13.2	布朗运动的随机微分方程	199
13.2.1	随机微分方程	200
13.2.2	随机微分方程系数	200
13.3	伊藤微分方程及伊藤微分法则	201
13.3.1	伊藤微分方程	201
13.3.2	伊藤积分	201
13.3.3	伊藤过程	201
13.3.4	伊藤随机微分方程的解析解	202
13.3.5	伊藤随机微分方程的数值解	202
13.4	数值布朗运动模拟与 MATLAB 实现	203
13.4.1	布朗运动的模拟	203
13.4.2	几何布朗运动的模拟	204
13.4.3	伊藤微分方程的布朗运动模拟	205
13.5	本章小结	206
第 14 章	基于 Q 学习的无线体域网路由方法	207
14.1	无线体域网研究背景	207
14.2	无线体域网性能分析	208
14.2.1	无线体域网系统结构	209
14.2.2	无线体域网的主要特点	209
14.3	无线体域网路由协议	210
14.3.1	无线路由协议	210
14.3.2	高效节能路由协议	210
14.3.3	DSR 路由协议	212
14.4	基于 Q 学习的无线体域网路由方法	212

14.4.1	Agent 增强学习算法	212
14.4.2	增强学习算法的基本原理	213
14.4.3	Q-learning 增强学习算法	215
14.4.4	基于 Q 学习的无线体域网路由策略	216
14.4.5	WBAN 路由分析与 MATLAB 实现	219
14.5	本章小结	234
第 15 章	基于遗传算法的公交排班系统分析	235
15.1	公交排班系统背景分析	235
15.2	公交线路模型仿真	236
15.2.1	车辆行驶模型	236
15.2.2	乘客上下车模型	236
15.3	遗传算法的发展与现状	240
15.4	遗传算法的基本思想	241
15.5	遗传算法的特点	242
15.6	遗传算法的应用步骤	242
15.7	公交排班问题模型设计	243
15.7.1	模型假设	243
15.7.2	定义变量	243
15.7.3	建立目标函数	244
15.7.4	算法结构	245
15.8	本章小结	253
第 16 章	人脸检测识别与 MATLAB 实现	254
16.1	人脸检测的意义	254
16.2	人脸检测常用的几个彩色空间	255
16.2.1	RGB 彩色空间	255
16.2.2	标准化 RGB 彩色空间	255
16.2.3	HSV 彩色空间	256
16.2.4	YCrCb 彩色空间	259
16.3	静态肤色模型	261
16.3.1	RGB 颜色空间分割	262
16.3.2	HSV 颜色空间分割	263
16.3.3	YCbCr 颜色空间分割	264
16.4	基于 Lab 颜色空间的人脸分割	266
16.5	运动人图像检测与 MATLAB 实现	267
16.6	本章小结	269

第 2 篇 MATLAB 高级算法应用设计

第 17 章	基于改进的多算子融合的图像识别系统设计	272
17.1	图像处理研究内容	272

17.2	图像处理的特点	274
17.3	图像数字化	275
17.4	Gabor 滤波	276
17.5	直方图增强	278
17.6	图像边缘概述	279
17.7	图像边缘分割模块	280
17.7.1	Sobel 算子	280
17.7.2	Prewitt 算子	282
17.7.3	Canny 算子	283
17.7.4	Roberts 算子	284
17.7.5	Laplacian 算子	286
17.7.6	kirsch 方向算子	288
17.7.7	多算子融合	291
17.8	足迹图像识别系统	293
17.9	本章小结	297
第 18 章 基于罚函数的粒子群算法的函数寻优		298
18.1	粒子群算法概述	298
18.2	粒子群算法模型	299
18.3	罚函数法	299
18.4	汽车动力传动参数优化设计	300
18.4.1	汽车动力性评价	300
18.4.2	汽车燃油经济性评价	301
18.4.3	汽车动力性与燃油经济性的综合评价	301
18.4.4	目标函数与约束条件分析	302
18.4.5	基于罚函数的 PSO 算法与 MATLAB 实现	304
18.5	本章小结	310
第 19 章 车载自组织网络中路边性能及防碰撞算法研究		311
19.1	车载自组织网络概述	311
19.2	车载自组织网络特征	312
19.3	VANET 网路架构	314
19.3.1	车路通信 (RVC)	315
19.3.2	车间通信 (IVC)	315
19.3.3	混合通信 (HVC)	318
19.4	车辆自组织网络的管理问题	318
19.5	车载自组织网络的连通性	319
19.5.1	无线网络连通性	319
19.5.2	车载自组织网络连通性	320
19.6	车载网络路边性能分析	321
19.6.1	随机模型	321
19.6.2	流动模型	322
19.6.3	交通模型	322
19.6.4	基于轨迹模型	322

19.7	Kruskal 算法	322
19.8	Dijkstra 算法	323
19.9	车路通信	324
19.10	车间通信	331
19.11	单路边性能分析	335
19.12	双路边性能分析	338
19.13	车载自组织网络中防碰撞研究	342
19.13.1	换道模型分析	342
19.13.2	十字路口分析	342
19.13.3	高速车辆防碰撞动态仿真	346
19.13.4	城市车载网络防碰撞仿真	351
19.14	本章小结	357
第 20 章	基于免疫算法的数值逼近优化分析	358
20.1	免疫算法应用分析	358
20.2	人工免疫算法的基本原理	359
20.2.1	多样性	360
20.2.2	相似度	360
20.2.3	抗体浓度	360
20.2.4	聚合适应度	360
20.3	人工免疫算法的基本步骤	361
20.4	人工免疫算法的收敛性分析	362
20.5	人工免疫算法和遗传算法比较	363
20.6	人工免疫算法 MATLAB 实现	363
20.7	本章小结	369
第 21 章	基于启发式算法的函数优化分析	370
21.1	启发式搜索算法概述	370
21.2	群智能优化算法	371
21.2.1	粒子群算法 PSO	371
21.2.2	遗传算法 GA	371
21.2.3	人群搜索算法 SOA	371
21.2.4	模拟退火算法 SA	371
21.2.5	蚁群算法 ACO	372
21.2.6	鱼群算法 FSA	372
21.3	APSO 算法原理分析	372
21.4	APSO 函数优化分析与 MATLAB 实现	374
21.5	本章小结	379
第 22 章	一级倒立摆变结构控制系统的设计与仿真研究	380
22.1	倒立摆控制概述	380
22.2	滑模变结构控制理论概述	381
22.3	变结构控制理论的发展及现状	381
22.4	滑模变结构控制定义	382
22.5	滑模控制的基本原理与性质	383

22.5.1	滑动模态的存在条件	383
22.5.2	滑动模态的到达条件	383
22.5.3	滑模控制系统的匹配条件及不变性	384
22.5.4	滑模控制器设计的基本方法	385
22.6	基于趋近率的滑模控制器仿真	385
22.7	倒立摆模型分析	389
22.8	倒立摆状态空间	391
22.9	倒立摆变量空间的 θ 化	393
22.10	倒立摆系统 PID 控制	396
22.10.1	PID 参数整定	397
22.10.2	基于 PID 的一级倒立摆控制仿真	398
22.11	倒立摆滑模控制	400
22.12	本章小结	407
第 23 章	基于蚁群算法的函数优化分析	409
23.1	蚁群算法概述	409
23.2	蚁群算法的性能分析	410
23.3	蚁群算法的工作原理	411
23.4	基于蚁群算法的函数优化问题分析	412
23.4.1	函数优化问题	412
23.4.2	蚁群算法基本思想	413
23.5	函数优化分析与 MATLAB 实现	413
23.6	本章小结	418
第 24 章	基于引力搜索算法的函数优化分析	419
24.1	万有引力搜索算法的介绍与分析	419
24.1.1	万有引力定理	419
24.1.2	GSA 算法描述	421
24.1.3	惯性质量计算	421
24.1.4	引力计算	421
24.1.5	位置更新	422
24.1.6	参数分析	422
24.2	万有引力算法收敛性分析	423
24.3	万有引力算法实现流程	424
24.4	万有引力算法函数优化分析与 MATLAB 实现	425
24.5	本章小结	434
第 25 章	基于细菌觅食算法的函数优化分析	435
25.1	细菌觅食算法概述	435
25.2	细菌觅食算法与其他生物智能算法的对比	436
25.3	标准细菌觅食优化算法	437
25.3.1	大肠杆菌的觅食行为	437
25.3.2	BFO 算法基本原理	438
25.3.3	趋向性操作 (Chemotaxis)	439