



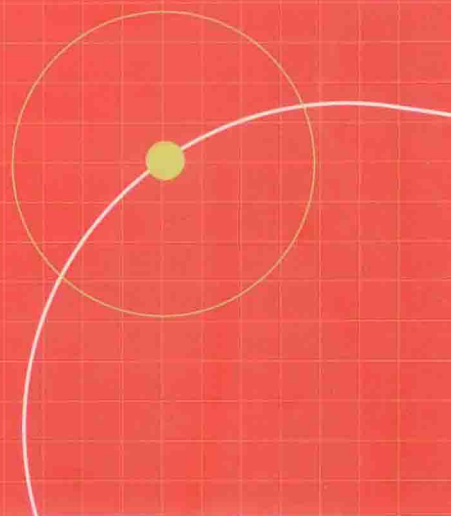
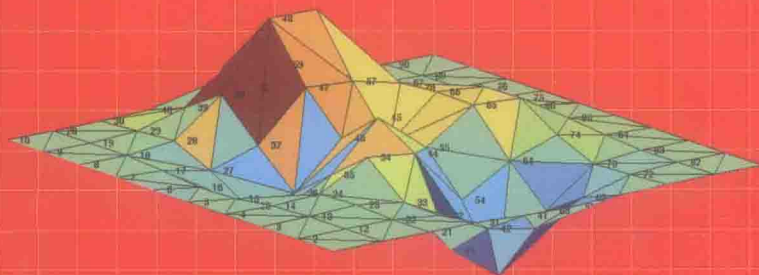
一线工程师撰写，国内首本基于MATLAB R2014a平台的智能算法权威著作
系统归纳和总结了MATLAB智能算法的理论与实践
书中提供了100多个MATLAB应用典型实例

精通

Proficient in MATLAB Intelligent Algorithm

MATLAB

智能算法

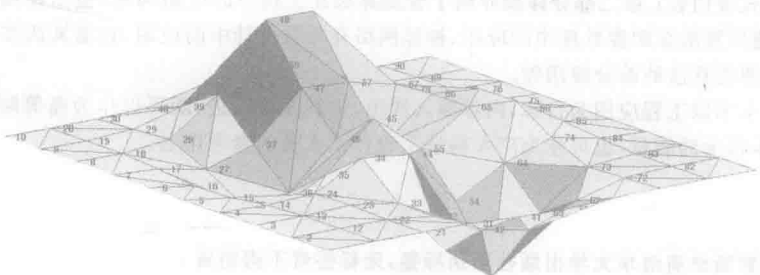


温正◎编著
Wen Zheng



清华大学出版社

目录



精通

Proficient in MATLAB Intelligent Algorithm

MATLAB 智能算法

温正◎编著

Wen Zheng

清华大学出版社

内 容 简 介

本书以最新推出的 MATLAB 2014a 软件为基础,详细介绍了各种智能算法的原理及其 MATLAB 在智能算法中的应用,是一本 MATLAB 智能算法设计的综合性参考书。

全书以智能算法原理及 MATLAB 应用为主线,结合各种应用案例实例,详细讲解了智能算法的 MATLAB 实现。全书共分为两部分共 13 章,第一部分首先从人工智能简介开始,详细介绍了神经网络算法、粒子群算法、遗传算法、模糊逻辑控制、免疫算法、蚁群算法、小波分析算法及其 MATLAB 的实现方式等内容;第二部分详细介绍了智能算法在工程中的应用问题,包括模糊神经网络在工程中的应用、遗传算法在图像处理中的应用、神经网络在参数估计中的应用、智能算法在 PID 控制器设计中的应用和智能算法的综合应用等。

本书以工程应用为目标,内容深入浅出,讲解循序渐进,既可以作为高等院校理工科相关专业研究生、本科生的教材,也可作为广大科研工程技术人员的参考用书。

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

精通 MATLAB 智能算法/温正编著. —北京:清华大学出版社,2015

精通 MATLAB

ISBN 978-7-302-38742-8

I. ①精… II. ①温… ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 2819 号



责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:29 字 数:725 千字

版 次:2015 年 5 月第 1 版 印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:59.00 元

产品编号:058742-01

美国 MathWorks 公司的 MATLAB 软件是一款用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境,主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。这款软件和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。它是数学类科技应用软件中在数值计算方面首屈一指。MATLAB 的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似,故用 MATLAB 来实现智能算法设计要比用 C、Fortran 等语言更为方便。

在人工智能研究领域,智能算法是其重要的一个分支。目前智能计算正在蓬勃发展,研究人工智能的领域十分活跃。虽然智能算法研究水平暂时还很难使“智能机器”真正具备人类的智能,但是人工脑是人脑和生物脑的结合,这种结合将使人工智能的研究向着更广和更深的方向发展。

智能计算不断地在探索智能的新概念、新理论、新方法和新技术,这些研究成果将给人类世界带来巨大的改变。本书将详细介绍应用 MATLAB 2014a 进行智能算法的设计及应用方法。

1. 本书特点

由浅入深、循序渐进:本书以初、中级读者为对象,首先从人工智能概述的基础讲起,再以各种智能算法原理及其在 MATLAB 中的应用案例帮助读者尽快掌握神经网络设计的技能。

步骤详尽、内容新颖:本书结合作者多年的 MATLAB 智能算法使用经验与实际工程应用案例,将智能算法的原理及其 MATLAB 的实现方法与技巧详细地讲解给读者。本书在讲解过程中步骤详尽、内容新颖,讲解过程辅以相应的图片,使读者在阅读时一目了然,从而快速把握书中所讲内容。

实例典型、轻松易学:通过学习实际工程应用案例的具体操作是掌握神经网络设计最好的方式。本书通过综合应用案例,透彻详尽地讲解了神经网络在各方面的应用。

2. 本书内容

本书基于 MATLAB 2014a 版本,讲解了智能算法在 MATLAB 2014a 的实现。本书主要分为专题介绍和综合实例应用两个部分。

第一部分:专题介绍部分。主要介绍了神经网络算法、粒子群算法、遗传算法、模糊逻辑控制、免疫算法、蚁群算法、小波分析算法等。

第 1 章 人工智能简介

第 2 章 神经网络算法及其 MATLAB 实现

第 3 章 粒子群算法及其 MATLAB 实现

第 4 章 遗传算法及其 MATLAB 实现

第 5 章 模糊逻辑控制及其 MATLAB 实现

第 6 章 免疫算法及其 MATLAB 实现

第 7 章 蚁群算法及其 MATLAB 实现

第 8 章 小波分析算法及其 MATLAB 实现

第二部分：综合实例应用部分。主要介绍了几种智能算法的综合应用，包括模糊神经网络在工程中的应用、遗传算法在图像处理中的应用、神经网络在参数估计中的应用、智能算法在 PID 控制器设计中的应用和智能算法的综合应用。

第 9 章 模糊神经网络在工程中的应用

第 10 章 遗传算法在图像处理中的应用

第 11 章 神经网络在参数估计中的应用

第 12 章 智能算法在 PID 控制器设计中的应用

第 13 章 智能算法的综合应用

3. 读者对象

本书适合于 MATLAB 智能算法设计初学者和期望提高智能算法工程应用能力的读者，具体说明如下：

- 人工智能从业人员
- 初学 MATLAB 智能算法设计的技术人员
- 大中专院校的教师和在校生
- 相关培训机构的教师和学员
- MATLAB 爱好者
- 广大科研工作人员

4. 读者服务

为了方便解决本书疑难问题，读者在学习过程中若遇到与本书有关的技术问题，可以发邮件到邮箱 caxart@126.com，或者访问博客 <http://blog.sina.com.cn/caxart>，编者会尽快给予解答，我们将竭诚为您服务。

另外，本书所涉及的素材文件（程序代码）已经上传到为本书提供的博客中，读者可以访问下载。

本书由温正编著，另外李昕、张明明、郝守海、柯维娜、孙国强、林晓阳、余胜威、刘冰、付文利、张岩、李战芬、韩希强、张文电、宋玉旺、张岩、张亮亮、沈再阳、郭海霞、王芳等也参与了本书的编写工作，在此一并表示感谢。虽然作者在本书的编写过程中力求叙述准确、完善，但由于水平有限，书中欠妥之处在所难免，希望读者和同仁能够及时指出，共同促进本书质量的提高。

最后再次希望本书能为读者的学习和工作提供帮助！

编 著

2015 年 3 月



第一部分 专题介绍

- 第 1 章 人工智能简介
- 第 2 章 神经网络算法及其 MATLAB 实现
- 第 3 章 粒子群算法及其 MATLAB 实现
- 第 4 章 遗传算法及其 MATLAB 实现
- 第 5 章 模糊逻辑控制及其 MATLAB 实现
- 第 6 章 免疫算法及其 MATLAB 实现
- 第 7 章 蚁群算法及其 MATLAB 实现
- 第 8 章 小波分析算法及其 MATLAB 实现

第一部分 专题介绍

第 1 章 人工智能简介	3
1.1 人工智能基础	3
1.1.1 智能的概念	3
1.1.2 人工智能的概念	5
1.1.3 人工智能的研究目标	6
1.1.4 人工智能的研究方法	7
1.2 人工智能的特征	9
1.3 人工智能的应用	10
1.3.1 机器思维	10
1.3.2 机器感知	12
1.3.3 机器行为	13
1.3.4 机器学习	13
1.3.5 机器计算	14
1.3.6 分布式人工智能	16
1.3.7 机器系统	16
1.3.8 典型应用	17
1.4 本章小结	18
第 2 章 神经网络算法及其 MATLAB 实现	19
2.1 神经网络基础	19
2.1.1 人工神经网络的发展	19
2.1.2 人工神经网络的研究内容	20
2.1.3 人工神经网络的研究方向	21
2.1.4 人工神经网络的发展趋势	21
2.2 神经网络结构和神经网络学习	24
2.2.1 神经网络结构	24
2.2.2 神经网络学习	25
2.2.3 MATLAB 在神经网络中的应用	41
2.3 MATLAB 神经网络工具箱	44
2.3.1 神经网络工具箱函数	44
2.3.2 神经网络工具箱的图形用户界面	66
2.3.3 神经网络的 MATLAB 实现	73

目录

2.4	Simulink 神经网络工具箱	93
2.4.1	神经网络模型预测控制	94
2.4.2	反馈线性化控制	98
2.4.3	模型参考控制	100
2.5	本章小结	105
第 3 章	粒子群算法及其 MATLAB 实现	106
3.1	粒子群算法基础	106
3.1.1	粒子群算法的发展	106
3.1.2	粒子群算法的研究内容	108
3.1.3	粒子群算法的特点	108
3.1.4	粒子群算法的应用	108
3.2	基本粒子群算法	109
3.2.1	基本原理	109
3.2.2	算法构成要素	111
3.2.3	算法参数设置	111
3.2.4	算法的基本流程	112
3.2.5	算法的 MATLAB 实现	113
3.3	MATLAB 粒子群工具箱	119
3.4	权重改进的粒子群算法	121
3.4.1	自适应权重法	121
3.4.2	随机权重法	125
3.4.3	线性递减权重法	127
3.5	混合粒子群算法	129
3.5.1	基于杂交的算法	130
3.5.2	基于自然选择的算法	133
3.5.3	基于免疫的粒子群算法	135
3.5.4	基于模拟退火的算法	139
3.6	本章小结	142
第 4 章	遗传算法及其 MATLAB 实现	143
4.1	遗传算法基础	143
4.1.1	算法基本运算	143
4.1.2	遗传算法的特点	144
4.1.3	遗传算法中的术语	145

4.1.4	遗传算法发展现状	145
4.1.5	遗传算法的应用领域	147
4.2	遗传算法的原理	147
4.2.1	算法运算过程	147
4.2.2	算法编码	150
4.2.3	适应度和初始群体选取	150
4.3	遗传算法程序设计及其 MATLAB 工具箱	151
4.3.1	程序设计	151
4.3.2	算法参数设计原则	156
4.3.3	适应度函数的调整	157
4.3.4	算法 MATLAB 工具箱及其应用	157
4.3.5	遗传算法的 GUI 实现	163
4.4	遗传算法的典型应用	165
4.4.1	利用遗传算法求解函数极值	165
4.4.2	遗传算法在 TSP 中的应用	178
4.4.3	遗传算法的求解优化	184
4.5	本章小结	192
第 5 章	模糊逻辑控制及其 MATLAB 实现	193
5.1	模糊逻辑控制基础	193
5.1.1	模糊逻辑控制的基本概念	194
5.1.2	模糊逻辑控制原理	194
5.1.3	模糊逻辑控制器设计内容	195
5.1.4	模糊逻辑控制规则设计	195
5.1.5	模糊逻辑控制系统的应用领域	196
5.2	模糊逻辑控制工具箱	197
5.2.1	模糊逻辑控制工具箱的功能特点	197
5.2.2	模糊逻辑控制系统的基本类型	198
5.2.3	模糊逻辑控制系统的构成	199
5.2.4	模糊推理系统的建立、修改与存储管理	200
5.2.5	模糊语言变量及其语言值	206
5.2.6	模糊语言变量的隶属度函数	208
5.2.7	模糊规则的建立与修改	214
5.2.8	模糊推理计算与去模糊化	216

目录


5.3	模糊逻辑控制工具箱的图形界面工具	219
5.3.1	FIS 编辑器	219
5.3.2	隶属度函数编辑器	221
5.3.3	模糊规则编辑器	221
5.3.4	模糊规则浏览器	222
5.3.5	模糊推理输入/输出曲面视图	223
5.4	模糊逻辑控制的经典应用	226
5.4.1	基于 Simulink 的模糊逻辑控制应用	226
5.4.2	基于模糊逻辑控制的路径规划应用	232
5.5	本章小结	246
第 6 章	免疫算法及其 MATLAB 实现	247
6.1	免疫算法基础	247
6.1.1	生物免疫系统	247
6.1.2	免疫算法的基本原理	248
6.1.3	免疫算法的步骤和流程	249
6.1.4	免疫系统模型和免疫算法	250
6.1.5	免疫算法的特点	251
6.1.6	免疫算法的发展趋势	252
6.2	免疫遗传算法	252
6.2.1	免疫遗传算法的步骤和流程	253
6.2.2	基于 MATLAB 实现免疫遗传算法	253
6.3	免疫算法的 MATLAB 应用	261
6.3.1	免疫算法在克隆选择中的应用	261
6.3.2	免疫算法在最短路径规划问题上的应用	266
6.3.3	免疫算法在 TSP 上的应用	270
6.3.4	免疫算法在故障检测上的应用	276
6.4	本章小结	283
第 7 章	蚁群算法及其 MATLAB 实现	284
7.1	蚁群算法基础	284
7.1.1	蚁群算法的起源	284
7.1.2	蚁群算法的基本原理	285
7.1.3	自适应蚁群算法	288
7.1.4	蚁群算法实现的重要规则	290

7.1.5	蚁群算法的特点	291
7.1.6	蚁群优化算法的应用	291
7.2	蚁群算法的 MATLAB 实现	292
7.3	蚁群算法在 MATLAB 中的应用	294
7.3.1	蚁群算法在路径规划中的应用	294
7.3.2	蚁群算法在解决 TSP 问题中的应用	307
7.4	本章小结	311
第 8 章	小波分析算法及其 MATLAB 实现	312
8.1	傅里叶变换到小波分析	312
8.1.1	傅里叶变换	313
8.1.2	小波分析	315
8.2	Mallat 算法	316
8.2.1	Mallat 算法原理	316
8.2.2	常用小波函数	318
8.2.3	Mallat 算法示例	319
8.3	小波 GUI	323
8.4	小波分析用例	324
8.4.1	信号压缩	324
8.4.2	信号去噪	325
8.5	本章小结	329
第二部分 综合实例应用		
第 9 章	模糊神经网络在工程中的应用	333
9.1	模糊神经网络的基础知识	333
9.1.1	模糊神经网络简介	333
9.1.2	模糊系统与神经网络的区别与联系	335
9.1.3	典型模糊神经网络结构	335
9.1.4	自适应模糊神经推理系统	336
9.2	模糊神经网络建模方法	337
9.3	模糊神经网络在控制工程中的应用	346
9.4	模糊神经网络在函数逼近中的应用	357
9.5	本章小结	364

目录

第 10 章 遗传算法在图像处理中的应用	365
10.1 图像分割的基础知识	365
10.1.1 图像分割的定义	365
10.1.2 图像分割的理论	366
10.1.3 灰度门限法简介	366
10.1.4 基于最大类间方差图像分割原理	367
10.2 遗传算法实现图像分割	369
10.2.1 利用遗传算法实现图像分割的原理	369
10.2.2 算法的实现	369
10.3 遗传算法在图像处理中的应用	370
10.3.1 基于遗传算法的道路图像阈值分割	370
10.3.2 基于遗传神经网络的图像分割	379
10.3.3 应用遗传算法和 KSW 熵法实现灰度图像阈值分割	383
10.4 本章小结	391
第 11 章 神经网络在参数估计中的应用	392
11.1 参数估计的基础知识	392
11.1.1 参数估计的定义	392
11.1.2 点估计与区间估计	393
11.1.3 样本容量	393
11.2 几种通用神经网络 MATLAB 代码	394
11.3 神经网络在参数估计中的应用	399
11.3.1 神经网络在人脸识别中的应用	399
11.3.2 灰色神经网络在数据预测中的应用	407
11.3.3 BP 神经网络在数据预测中的应用	413
11.3.4 概率神经网络在分类预测中的应用	417
11.4 本章小结	421
第 12 章 智能算法在 PID 控制器设计中的应用	422
12.1 PID 控制器的基础知识	422
12.2 神经网络在 PID 控制器设计中的应用	423
12.3 模糊控制在 PID 控制器设计中的应用	431
12.4 遗传算法在 PID 控制器设计中的应用	434
12.5 本章小结	438

第 13 章 智能算法的综合应用	439
13.1 模糊神经网络控制在 MATLAB 中的应用	439
13.2 基于遗传算法的 MP 算法的应用	448
13.3 本章小结	451
参考文献	452



第一部分 专题介绍

- 第 1 章 人工智能简介
- 第 2 章 神经网络算法及其 MATLAB 实现
- 第 3 章 粒子群算法及其 MATLAB 实现
- 第 4 章 遗传算法及其 MATLAB 实现
- 第 5 章 模糊逻辑控制及其 MATLAB 实现
- 第 6 章 免疫算法及其 MATLAB 实现
- 第 7 章 蚁群算法及其 MATLAB 实现
- 第 8 章 小波分析算法及其 MATLAB 实现

第1章 人工智能简介

人工智能学科诞生于20世纪50年代中期,当时由于计算机的产生与发展,人们开始了具有真正意义的人工智能的研究。它在自动推理、认知建模、机器学习、神经网络、自然语言处理、专家系统、智能机器人等方面的理论和应用上都取得了称得上具有“智能”的成果。

本章主要介绍人工智能的基本概念及其特征,并对人工智能的应用领域做了详细介绍。

学习目标:

- 了解人工智能的基本概念。
- 了解人工智能的特征。
- 熟悉人工智能的应用。

1.1 人工智能基础

人工智能就是认识智能机理,建造智能实体,用人工的方法去模拟和实现人类智能。从这个意义上来说,人工智能的定义应该依赖于对智能的定义。本节从智能的概念入手,讨论人工智能的一些基本概念。

1.1.1 智能的概念

智能及智能的本质是古今中外许多哲学家、脑科学家一直在努力探索和研究的课题,但至今仍然没有完全了解,以致智能的发生与物质的本质、宇宙的起源、生命的本质一起被列为自然界四大奥秘。

近些年来,随着脑科学、神经心理学等研究的进展,人们对人脑的结构和功能有了初步认识,但对整个神经系统的内部结构和作用机制,特别是脑的功能原理还没有认识清楚,有待进一步的探索。因此,很难对智能给出确切的定义。而在仿生和模拟、超级计算机方面也有其特定含义。

1. 智能的分类

根据霍华德·加德纳的多元智能理论,人类的智能可以分成8个

范畴。

1) 语言智能

语言智能(linguistic intelligence)是指有效地运用口头语言或文字表达自己的思想并理解他人,灵活掌握语音、语义、语法,具备用言语思维、用言语表达和欣赏语言深层内涵的能力结合在一起并运用自如的能力。他们适合的职业是政治活动家、主持人、律师、演说家、编辑、作家、记者、教师等。

2) 数学逻辑智能

数学逻辑智能(logical-mathematical intelligence)是指有效地计算、测量、推理、归纳、分类,并进行复杂数学运算的能力。这项智能包括对逻辑的方式和关系、陈述和主张、功能及其他相关的抽象概念的敏感性。他们适合的职业是科学家、会计师、统计学家、工程师、计算机软件研发人员等。

3) 空间智能

空间智能(spatial intelligence)是指准确感知视觉空间及周围一切事物,并且能把所感觉到的形象以图画的形式表现出来的能力。这项智能包括对色彩、线条、形状、形式、空间关系很敏感。他们适合的职业是室内设计师、建筑师、摄影师、画家、飞行员等。

4) 身体运动智能

身体运动智能(bodily-kinesthetic intelligence)是指善于运用整个身体来表达思想和情感、灵巧地运用双手制作或操作物体的能力。这项智能包括特殊的身体技巧,如平衡、协调、敏捷、力量、弹性和速度以及由触觉所引起的能力。他们适合的职业是运动员、演员、舞蹈家、外科医生、宝石匠、机械师等。

5) 音乐智能

音乐智能(musical intelligence)是指人能够敏锐地感知音调、旋律、节奏、音色等能力。这项智能对节奏、音调、旋律或音色的敏感性强,与生俱来就拥有音乐的天赋,具有较高的表演、创作及思考音乐的能力。他们适合的职业是歌唱家、作曲家、指挥家、音乐评论家、调琴师等。

6) 人际智能

人际智能(interpersonal intelligence)是指能很好地理解别人和与人交往的能力。这项智能善于察觉他人的情绪、情感,体会他人的感觉感受,辨别不同人际关系的暗示以及对这些暗示做出适当反应的能力。他们适合的职业是政治家、外交家、领导者、心理咨询师、公关人员、推销等。

7) 自我认知智能

自我认知智能(intrapersonal intelligence)是指自我认识和善于自知之明并据此做出适当行为的能力。这项智能能够认识自己的长处和短处,意识到自己的内在爱好、情绪、意向、脾气和自尊,喜欢独立思考的能力。他们适合的职业是哲学家、政治家、思想家、心理学家等。

8) 自然认知智能

自然认知智能(naturalist intelligence)是指善于观察自然界中的各种事物,对物体进行辨别和分类的能力。这项智能有着强烈的好奇心和求知欲,有着敏锐的观察能力,能了解各种事物的细微差别。他们适合的职业是天文学家、生物学家、地质学家、考古学