高等院校教材

计 算 智 能

卢才武 唐晓灵 张志霞 顾清华 编著

陕西科学技术出版社

内 容 简 介

计算智能是以模型为基础，以分布并行计算为特征模拟人的智能求解问题的理论与方法。本书系统讲述计算智能的基本内容、基本理论与基本方法。本书包括一个“概述”以及“模拟退火算法”、“人工神经网络”、“进化计算”、“群智能算法”、“人工免疫算法”和“计算智能的未来发展”等七个部分，每章之后均附有应用案例和思考题以拓宽视野、培养自主学习的习惯。

本书叙述深入浅出、简明扼要，先从简单的示例介绍每种算法的原理，然后深入讨论它们的基本理论及应用技术。书中图文并茂，便于自学，可作为研究生教材或参考书，也可供其他有兴趣的读者参考。

图书在版编目（CIP）数据
计算智能/卢才武等编著. —西安：陕西科学技术出版社，2008.10
ISBN 978-7-5369-4161-8

Ⅰ.计　Ⅱ.卢　Ⅲ.人工智能—神经网络—计算 Ⅳ.TP183

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 154386 号

出版者　陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号　邮编 710003
电话（029）87211894　传真（029）87218236
http://www.snstp.com
发行者　陕西科学技术出版社
电话（029）87212206　87260001
印　刷　西安建筑科技大学印刷厂
规　格　787mm×1092mm　16 开本
印　张　10.75
字　数　250 千字
印　数　1000 册
版　次　2008 年 10 月第 1 版
2008 年 10 月第 1 次印刷
定　价　25.00 元

版权所有　翻印必究

目 录

第1章 计算智能概论

1.1 智能理论及其相关术语 1

1.1.1 智能理论 1

1.1.2 智能科学的有关术语 2

1.2 传统人工智能 3

1.3 计算智能 4

1.4 计算智能的主要内容 5

1.6 计算智能的应用领域 8

思考题 9

参考文献 10

第 2 章 模拟退火算法

2.1 概述 11

2.1.1 什么是模拟退火算法 11

2.1.2 物理退火过程 11

2.1.3 组合优化与物理退火的相似性 11

2.2 模拟退火算法 13

2.2.1 模拟退火算法的主要思想 13

2.2.2 METROPOLIS 准则 13

2.2.3 冷却进度表 14

2.2.4 新解的产生和邻域结构 15

2.2.5 模拟退火算法描述及其结构 15

2.2.6 应用的一般要求 16

2.3 实例分析：货郎担问题 17

2.3.1 货郎担问题的数学模型 17

2.3.2 模型评价与分析 19

思考题 19

参考文献 20

附录：模拟退火算法的 MATLAB 程序 21

第 3 章 人工神经网络

3.1 概述 23

3.1.1 什么是人工神经网络 23

3.1.2 人工神经网络的发展简史 23

3.1.3 神经网络的特点 24
3.1.4 神经网络的研究内容 25
3.2 基本的神经元模型 25
3.2.1 生物神经元的结构 25
3.2.2 MP 模型 27
3.2.3 一般神经元模型 27
3.3 神经元的学习规则 31
3.3.1 神经元学习算法 31
3.3.2 神经网络的拓扑结构 34
3.4 人工神经网络模型 36
3.4.1 BP 误差反向传播神经网络 36
3.4.2 HOPFIELD 模型 40
3.5 实例分析：人工神经网络在铁矿石价格预测中的应用 42
3.5.1 MATLAB 中有关 BP 网络的重要函数 43
3.5.2 铁矿石价格预测模型 43
3.5.3 预测效果与结论 47
思考题 48
参考文献 49
附录：BP 神经网络的 MATLAB 程序 50

第 4 章 进化计算

4.1 进化计算概述 51
4.1.1 生物的进化和遗传 51
4.1.2 进化计算的产生和发展 51
4.1.3 进化计算的特征 53
4.1.4 进化计算的应用 54
4.2 遗传算法 55
4.2.1 简单遗传算法的基本原理 55
4.2.2 遗传算法的求解步骤 61
4.2.3 遗传算法的理论基础 63
4.2.4 遗传算法的改进技术 73
4.3 遗传规划 82
4.3.1 遗传规划的基本技术 83
4.3.2 遗传规划的基本流程 85
4.4 进化策略 86
4.4.1 二元进化策略 87
4.4.2 多元进化策略 88
4.4.3 进化策略的基本技术 88

4.4.4 进化策略的基本流程 90
4.5 进化规划 91
4.5.1 进化规划的几种表达方式 91
4.5.2 进化规划的基本技术 93
4.5.3 进化规划的基本流程 94
4.6 案例分析：露天矿床开拓系统结构优化 95
4.6.1 系统分析 96
4.6.2 实现技术 97
4.6.3 模型评价与分析 99
思考题 101
参考文献 102
附录：简单遗传算法的 MATLAB 程序 103

第 5 章 群智能算法

5.1 群智能算法概述 104
5.1.1 群智能的起源 104
5.1.2 群智能算法发展 105
5.1.3 群智能算法与进化计算 106
5.1.4 群智能算法的典型应用 107
5.2 蚁群算法 109
5.2.1 蚁群算法的发展简史 109
5.2.2 简化的蚂蚁寻食模型 110
5.2.3 基本蚁群算法的原理 112
5.2.4 蚁群算法求解步骤 115
5.2.5 蚁群算法算子分析 117
5.2.6 蚁群算法的改进 118
5.2.7 蚁群算法的应用领域 122
5.3 实例分析：改进蚁群算法在运输调度规划中的应用 123
5.3.1 改进的蚁群算法 124
5.3.2 运输调度问题数学模型 125
5.3.3 模型效果检验与结论 125
5.4 粒子群算法 126
5.4.1 PSO 算法的基本原理 127
5.4.2 加入惯性权重因子的 PSO 算法 129
5.4.3 PSO 算法关键参数控制 131
5.4.4 基于 MATLAB 的 PSO 程序设计 132
5.5 实例分析：POS 算法在函数优化中的应用 134
思考题 136

参考文献 137
附录：求解旅行商问题的简单蚁群算法 MATLAB 程序 139

第 6 章 人工免疫计算

6.1 概述 142
6.1.1 什么是人工免疫系统 142
6.1.2 人工免疫系统的发展 142
6.1.3 人工免疫系统的研究内容和范围 143
6.2 生物免疫系统 145
6.3 人工免疫系统 146
6.3.1 人工免疫机理 146
6.3.2 人工免疫算法 147
6.4 人工免疫系统的应用领域 150
6.5 实例分析：人工免疫算法在车辆路径优化中的应用 152
6.5.1 车辆路径问题的数学模型 152
6.5.2 车辆路径问题的免疫算法实现 152
6.5.3 模型效果检验与结论 155
思考题 156
参考文献 157
附录：免疫算法的 MATLAB 程序 158

第 7 章 计算智能的未来发展

7.1 计算智能的主要研究成果 159
7.2 计算智能的发展动力 163
7.3 未来的发展方向 163
参考文献 165