



DVD-ROM

MATLAB中文论坛鼎力推荐
MATLAB技术论坛鼎力推荐

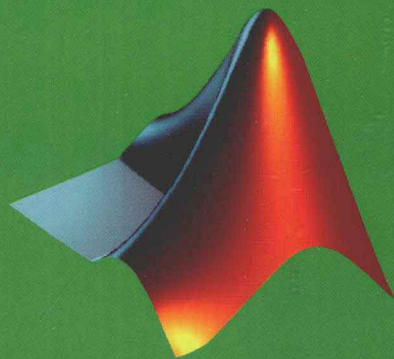
- ✓ 提供“在线交流，有问必答”网络互动答疑服务
- ✓ 详解109个典型实例、7个综合案例和50多个神经网络工具箱函数
- ✓ 涵盖单层感知器、线性神经网络、BP神经网络、径向基网络、自组织神经网络、反馈神经网络、随机神经网络7种主要的网络类型
- ✓ 配超值DVD光盘，提供10小时配套教学视频、24.5小时MATLAB基础教学视频和本书源文件

MATLAB

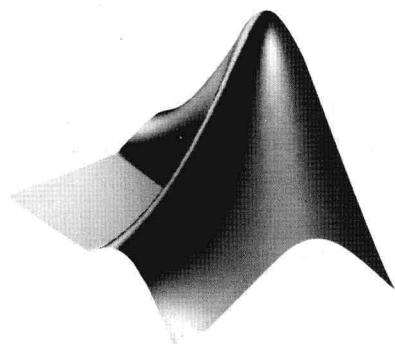
神经网络原理与实例精解

(34.5小时教学视频)

陈明 等编著



清华大学出版社



MATLAB

神经网络原理与实例精解

陈明 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书结合科研和高校教学的相关课程,全面、系统、详细地介绍了 MATLAB 神经网络的原理及应用,并给出了大量典型的实例供读者参考。本书附带 1 张光盘,收录了本书重点内容的配套多媒体教学视频及书中涉及的实例源文件。这些资料可以大大方便读者高效、直观地学习本书内容。

本书首先简要介绍了 MATLAB 软件的使用和常用的内置函数,随后分门别类地介绍了 BP 网络、径向基网络、自组织网络、反馈网络等不同类型的神经网络,并在每章的最后给出了实例。在全书的最后,又以专门的一章收集了 MATLAB 神经网络在图像、工业、金融、体育等不同领域的具体应用,具有很高的理论和使用价值。全书内容详实、重点突出,从三个层次循序渐进地利用实例讲解网络原理和使用方法,降低了学习门槛,使看似神秘高深的神经网络算法更为简单易学。

本书适合学习神经网络的人员使用 MATLAB 方便地实现神经网络以解决实际问题,也适合神经网络或机器学习算法的研究者及 MATLAB 进阶学习者阅读。另外,本书可以作为高校相关课程的教材和教学参考书。

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

MATLAB 神经网络原理与实例精解 / 陈明等编著. —北京:清华大学出版社, 2013.3
ISBN 978-7-302-30741-9

I. ①M… II. ①陈… III. ①人工神经网络-Matlab 软件 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 284169 号

责任编辑:夏兆彦

封面设计:欧振旭

责任校对:胡伟民

责任印制:宋 林

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:28 字 数:715 千字

附光盘 1 张

版 次:2013 年 3 月第 1 版

印 次:2013 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:69.00 元

产品编号:049797-01

前言

人工神经网络是一种类似于人类神经系统的信息处理技术，可以视为一种功能强大、应用广泛的机器学习算法，广泛应用于实现分类、聚类、拟合、预测、压缩等功能，在高校研究和工程实践中均有应用。它模仿生物神经元的工作过程，建立起了一套用于处理计算问题的数学模型。神经网络的发展经历了兴起——低潮——复兴的过程，20 世纪 80 年代后人工神经网络的发展十分迅速，其中应用最广的是 BP 神经网络。此外，还有径向基网络、自组织网络、反馈网络等其他神经网络形式，分别适用于不同的场合。

神经网络作为一种网络模型，它的具体使用必须依赖某种实现方式。部分反馈神经网络可以使用电子电路来实现，但更通用的实现方法是利用计算机编程语言。MATLAB 就是一个非常好的选择，利用它可以方便地实现网络结构模型。MATLAB 是美国 MathWorks 公司推出的科学计算软件，在科研和工程实践中获得了广泛的应用。MATLAB 编程形式自由，可以方便地实现神经网络算法，且自带了神经网络工具箱，用户直接调用工具箱中的函数，即可使用神经网络模型解决实际问题。

目前国内有一些介绍 MATLAB 神经网络的书，但是随着 MATLAB 版本的更新，工具箱中函数不断变化，整体结构已经调整，市面上的书却没有跟上变化，与实际需求脱节。编写本书的目的，便是为了让读者了解神经网络的最新发展进程，并学会在最新的 MATLAB 版本中实现神经网络，并应用神经网络工具箱来解决实际问题。

本书是一本神经网络原理与实践相结合的书，涵盖了大部分主流的神经网络。它尽量以浅显易懂的语言讲解，让读者能理解神经网络的原理，并学会在 MATLAB 中实现神经网络。MATLAB 版本逐年更新，神经网络工具箱中函数的结构安排已经改变，本书使用最新的 MATLAB 版本，使读者掌握应用工具箱解决实际问题的能力。本书讲解时附带了大量实例，对于简单的例子，本书除了使用工具箱函数外，还用手算的方式给出了自己的实现，便于读者理解神经网络的具体实现细节。

本书特色

1. 提供配套教学视频，高效、直观

为了便于读者高效、直观地学习本书中的内容，作者对每章的重点内容都特意制作了教学视频，这些视频和本书的实例源文件一起收录于配书光盘中。

2. 软件版本较新，函数较新

MATLAB 每年更新两次，神经网络工具箱也随之更新换代，许多旧的函数已经废弃不用，同时又有新的函数补充进来。已经出版的图书和网上的很多资料是旧版本的工具箱。本书基于 MATLAB R2011b，介绍了新版本下的神经网络工具箱的使用方法。

3. 内容全面，重点突出

神经网络根据结构的不同可以分为不同种类，本书内容涵盖从最简单的感知器到复杂的自组织竞争网络等类型的神经网络，对其原理进行了全面的介绍。在实际应用中，大部分场合使用的网络都是 BP 神经网络（多层感知器），而部分生僻的网络则在 MATLAB 中没有对应的工具箱函数。本书结合实用性，对常用的网络进行了重点讲解。

4. 实例丰富，贴近实际

本书提供了大量的实例，每个例子都经过精挑细选，有很强的针对性。在实战篇中还提供了多个贴近工程实践的案例，便于读者了解实际应用。

5. 循序渐进，先易后难，由浅入深

本书先介绍 MATLAB 编程基础，然后介绍神经网络及其工具箱函数。对每一种网络在三个层次上用实例讲解：介绍工具箱函数时用简单的实例，让读者了解函数的调用规则；在每章最后一节给出几个复杂一些的应用实例，并且用手算的方式给出网络内部的计算流程，让读者理解网络的运行规则；在本书的最后一章列举了若干个具体的应用案例，重点讲解如何对实际问题进行抽象，再选取恰当的神经网络解决该问题。

6. 语言通俗，讲解详细，图文并茂

本书在讲解上力求详细，在原理分析上力求通俗易懂，且在一些简单的实例演示中，用纯 MATLAB 编程实现了部分简单的神经网络，有利于加深读者对神经网络的理解。为了增加可读性，本书给出了大量的代码及其实际运行生成的效果图。书中的代码力求完整，注释丰富，使读者一目了然。配书光盘中详细列出了书中的函数和脚本文件，方便读者运行、调试。

7. 给出了大量的阅读和经验点拨

本书讲解时给出了大量需要读者注意的关键知识点和经验点拨，并在单独的模块中用不同的字体呈现出来，便于提醒读者注意，加深读者的印象。

8. 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。本书“有问必答”交流板块网址：www.iLoveMatlab.cn/forum-222-1.html。

本书主要内容

第1篇 入门篇（第1～第3章）

第1章 神经网络概述。主要介绍了神经网络的发展历程、神经网络的应用领域、网

络模型原理及训练方式。

第2章 MATLAB 快速入门。截至本书完稿，MATLAB 的最新版本为 MATLAB R2011b。这一章介绍了 MATLAB 的集成开发环境，使读者可以迅速上手。MATLAB 语言简单易学，这一章从数据类型、流程控制、运算符、M 文件编辑器等角度概述了 MATLAB 的特点。通过这一章的学习，读者可以利用 MATLAB 编写简单的程序。

第3章 MATLAB 函数与神经网络工具箱。MATLAB 具有丰富的内置函数。这一章给出了 30 个常用的函数的使用方法，并简要介绍了神经网络工具箱。

第2篇 原理篇（第4～第11章）

第4章 单层感知器。单层感知器是最简单的神经网络，尽管其功能可以通过其他复杂的网络实现，但依然有极佳的理论学习价值。

第5章 线性神经网络。线性神经网络又称 Adaline，能解决线性可分的问题。对于线性不可分的问题，可使用其他网络模型，或者使用 Adaline 的变形形式。

第6章 BP 神经网络。BP 网络是神经网络理论中最精华的部分，也是实际应用中最常见的网络，它引入了误差反向传播算法，是一种多层前向网络。

第7章 径向基函数网络。径向基网络是一种三层前向网络，具有极强的非线性映射能力，且收敛速度明显快于 BP 神经网络。这一章包含普通的径向基网络和广义回归网络、概率神经网络。

第8章 自组织竞争神经网络。自组织神经网络往往使用无监督学习算法，用于解决聚类问题。其网络模型中包含竞争网络层，使用了竞争学习的学习方式。

第9章 反馈神经网络。反馈神经网络是与前向神经网络相对的一种网络形式，输出端的信息以反馈的形式返回到输入端构成输入的一部分。适用于联想记忆、数据预测等场合。

第10章 随机神经网络。随机网络主要指 Boltzmann 机，其原理实际上与模拟退火算法相同。模拟退火算法是一种模拟退火过程的最优化算法，可用于求解函数极值。

第11章 用 GUI 设计神经网络。MATLAB 提供了可视化神经网络工具 nntool 和 nctool（分类聚类工具）、nftool（拟合工具）、nprtool（模式识别工具）、ntstool（时间序列工具）。

第3篇 实战篇（第12、第13章）

第12章 Simulink。Simulink 是 MATLAB 软件提供的一个可视化仿真工具，用户可以在 Simulink 中通过简单的鼠标操作实现一个神经网络模型。

第13章 神经网络应用实例。这一章给出了 7 个具体的应用实例，涉及 BP 网络、径向基网络、反馈网络、概率神经网络、自组织神经网络，解决了图像、工业、金融、体育等领域的不同问题。

适合阅读本书的读者

- 神经网络的初学人员和提高者；
- 神经网络或机器学习算法的研究者；
- MATLAB 进阶学习者；

- 高等学校相关课程的学生;
- MATLAB 爱好者和研究人员。

本书作者

本书由陈明主笔编写。其他参与编写和资料整理的人员有武冬、郅晓娜、孙美芹、卫丽行、尹翠翠、蔡继文、陈晓宇、迟剑、邓薇、郭利魁、金贞姬、李敬才、李萍、刘敬、陈慧、刘艳飞、吕博、全哲、余勇、宋学江、王浩、王康。

阅读本书的过程中,若发现本书有任何错漏或者对书中内容有任何疑问,您都可以通过电子邮件和我们取得联系。电子邮箱地址: bookservice2008@163.com。

编著者

目 录

第 1 篇 入门篇

第 1 章 神经网络概述 ( 教学视频: 10 分钟)	2
1.1 人工神经网络简介	2
1.2 神经网络的特点及应用	3
1.2.1 神经网络的特点	3
1.2.2 神经网络的应用	4
1.3 人工神经网络的发展历史	5
1.4 神经网络模型	7
1.5 神经网络的学习方式	9
第 2 章 MATLAB 快速入门 ( 教学视频: 48 分钟)	10
2.1 MATLAB 功能及历史	10
2.1.1 MATLAB 的功能和特点	10
2.1.2 MATLAB 发展历史	12
2.2 MATLAB R2011b 集成开发环境	13
2.2.1 MATLAB 的安装	13
2.2.2 MATLAB 集成开发环境	19
2.2.3 搜索路径设定	21
2.3 MATLAB 语言基础	24
2.3.1 标识符与数组	24
2.3.2 数据类型	28
2.3.3 运算符	34
2.3.4 流程控制	37
2.3.5 M 文件	41
第 3 章 MATLAB 函数与神经网络工具箱 ( 教学视频: 62 分钟)	45
3.1 MATLAB 常用命令	45
3.2 矩阵生成和基本运算	52
3.2.1 zeros 生成全零矩阵	52
3.2.2 ones 生成全 1 矩阵	53
3.2.3 magic 生成魔方矩阵	53

3.2.4	eye 生成单位矩阵	54
3.2.5	rand 生成均匀分布随机数	54
3.2.6	randn 生成正态分布随机数	55
3.2.7	linspace 产生线性等分向量	56
3.2.8	logspace 产生对数等分向量	57
3.2.9	randperm 生成随机整数排列	58
3.2.10	randi 生成整数随机数	59
3.2.11	range 向量的最大/最小值之差	60
3.2.12	minmax 求最大/最小值	60
3.2.13	min/max/mean 求最大/最小值	61
3.2.14	size/length/numel/ndims 矩阵维度相关	62
3.2.15	sum/prod 求和或积	64
3.2.16	var/std 求方差与标准差	66
3.2.17	diag 生成对角矩阵	68
3.2.18	repmat 矩阵复制和平铺	69
3.2.19	reshape 矩阵变维	70
3.2.20	inv/pinv 矩阵求逆/求伪逆	71
3.2.21	rank/det 求矩阵的秩/行列式	73
3.2.22	eig 矩阵的特征值分解	73
3.2.23	svd 矩阵的奇异值分解	74
3.2.24	trace 求矩阵的迹	75
3.2.25	norm 求向量或矩阵的范数	76
3.3	数学函数	78
3.3.1	abs 求绝对值	78
3.3.2	exp/log 指数函数/对数函数	79
3.3.3	log10/log2 常用对数/以 2 为底的对数	79
3.3.4	fix/round/ceil/floor 取整函数	81
3.3.5	mod/rem 取模数/余数	81
3.4	图形相关函数	82
3.4.1	plot 绘制二维图像	82
3.4.2	坐标轴设置函数	83
3.4.3	subplot 同一窗口分区绘图	88
3.4.4	figure/hold 创建窗口/图形保持	88
3.4.5	semilogx/semilogy 单对数坐标图	89
3.4.6	contour/ clabel 曲面等高线/等高线标签	90
3.4.7	gcf/gca/gco 返回当前图形/坐标/对象句柄	91
3.4.8	mesh 绘制三维网格图	92
3.5	神经网络工具箱	92
3.5.1	工具箱函数基本介绍	93
3.5.2	神经网络对象与属性	95

第2篇 原理篇

第4章 单层感知器 (📺 教学视频: 27 分钟)	104
4.1 单层感知器的结构	104
4.2 单层感知器的学习算法	105
4.3 感知器的局限性	108
4.4 单层感知器相关函数详解	108
4.4.1 newp——创建一个感知器	108
4.4.2 train——训练感知器网络	111
4.4.3 sim——对训练好的网络进行仿真	113
4.4.4 hardlim/hardlims——感知器传输函数	114
4.4.5 init——神经网络初始化函数	115
4.4.6 adapt——神经网络的自适应	117
4.4.7 mae——平均绝对误差性能函数	119
4.5 单层感知器应用实例——坐标点的二类模式分类	120
4.5.1 手算	120
4.5.2 使用工具箱函数	127
第5章 线性神经网络 (📺 教学视频: 41 分钟)	129
5.1 线性神经网络的结构	129
5.2 LMS 学习算法	130
5.3 LMS 算法中学习率的选择	132
5.3.1 确保网络稳定收敛的学习率	132
5.3.2 学习率逐渐下降	133
5.4 线性神经网络与感知器的对比	134
5.4.1 网络传输函数	134
5.4.2 学习算法	134
5.5 线性神经网络相关函数详解	134
5.5.1 newlin——设计一个线性层	135
5.5.2 newlin——构造一个线性层	136
5.5.3 purelin——线性传输函数	138
5.5.4 learnwh——LMS 学习函数	138
5.5.5 maxlinr——计算最大学习率	141
5.5.6 mse——均方误差性能函数	142
5.5.7 linearlayer——构造线性层的函数	143
5.6 线性神经网络应用实例	144
5.6.1 实现二值逻辑——与	144
5.6.2 实现二值逻辑——异或	151
第6章 BP 神经网络 (📺 教学视频: 49 分钟)	156
6.1 BP 神经网络的结构	156
6.2 BP 网络的学习算法	158

6.2.1	最速下降法	158
6.2.2	最速下降 BP 法	159
6.2.3	串行和批量训练方式	162
6.2.4	最速下降 BP 法的改进	163
6.3	设计 BP 网络的方法	164
6.4	BP 神经网络的局限性	166
6.5	BP 网络相关函数详解	166
6.5.1	logsig——Log-Sigmoid 传输函数	167
6.5.2	tansig——Tan-Sigmoid 传输函数	168
6.5.3	newff——创建一个 BP 网络	169
6.5.4	feedforwardnet——创建一个 BP 网络	172
6.5.5	newcf——级联的前向神经网络	173
6.5.6	cascadeforwardnet——新版级联前向网络	174
6.5.7	newfftd——前馈输入延迟的 BP 网络	175
6.5.8	dlogsig/dtansig——Sigmoid 函数的导数	176
6.6	BP 神经网络应用实例	177
6.6.1	基于 BP 网络的性别识别	177
6.6.2	实现二值逻辑——异或	191
第 7 章	径向基函数网络 (教学视频: 62 分钟)	196
7.1	径向基神经网络的两种结构	196
7.1.1	径向基函数	196
7.1.2	正则化网络	198
7.1.3	广义网络	199
7.2	径向基神经网络的学习算法	200
7.2.1	随机选取固定中心	200
7.2.2	自组织选取中心	201
7.2.3	有监督选取中心	202
7.2.4	正交最小二乘法	203
7.3	径向基神经网络与多层感知器的比较	204
7.4	概率神经网络	205
7.4.1	模式分类的贝叶斯决策理论	205
7.4.2	概率神经网络的结构	206
7.4.3	概率神经网络的优点	207
7.5	广义回归神经网络	208
7.5.1	广义回归神经网络的理论基础	208
7.5.2	广义回归神经网络的结构	209
7.6	径向基神经网络相关函数详解	210
7.6.1	newrb——设计一个径向基函数网络	210
7.6.2	newrbe——设计一个严格的径向基网络	212
7.6.3	radbas——径向基函数	213
7.6.4	dist——欧几里得距离权函数	215

7.6.5	netprod——乘积网络输入函数	215
7.6.6	dotprod——内积权函数	216
7.6.7	netsum——求和网络输入函数	217
7.6.8	newpnn——设计概率神经网络	217
7.6.9	compet——竞争性传输函数	218
7.6.10	ind2vec/vec2ind——向量-下标转换函数	220
7.6.11	newgrnn——设计广义回归神经网络	220
7.6.12	normprod——归一化点积权函数	221
7.7	径向基网络应用实例	222
7.7.1	异或问题	222
7.7.2	RBF 网络曲线拟合	227
7.7.3	GRNN 网络曲线拟合	234
7.7.4	PNN 网络用于坐标点分类	237
第 8 章	自组织竞争神经网络 (教学视频: 52 分钟)	243
8.1	竞争神经网络	243
8.2	竞争神经网络的学习算法	243
8.2.1	Kohonen 学习规则	244
8.2.2	阈值学习规则	245
8.3	自组织特征映射网络	246
8.4	SOM 的学习算法	247
8.5	学习矢量量化网络	249
8.5.1	LVQ1 学习规则	250
8.5.2	LVQ2 规则	250
8.6	自组织竞争网络相关函数详解	251
8.6.1	gridtop——网格拓扑函数	251
8.6.2	hextop——六边形拓扑函数	252
8.6.3	randtop——随机拓扑结构函数	253
8.6.4	tritop——三角拓扑函数	253
8.6.5	dist、boxdist、linkdist、mandist——距离函数	255
8.6.6	newc——竞争网络	258
8.6.7	competlayer——新版竞争网络函数	260
8.6.8	newsom——自组织特征映射网络	261
8.6.9	selforgmap——新版自组织映射网络函数	262
8.6.10	newlvq——学习矢量量化网络	265
8.6.11	lvqnet——新版学习矢量量化网络函数	267
8.6.12	mapminmax——归一化函数	268
8.7	自组织竞争神经网络应用实例	269
8.7.1	坐标点的分类 (竞争神经网络)	269
8.7.2	坐标点的分类 (自组织映射网络)	275
第 9 章	反馈神经网络 (教学视频: 51 分钟)	278
9.1	离散 Hopfield 神经网络	278
9.1.1	Hopfield 网络的结构	278
9.1.2	Hopfield 网络的稳定性	279

9.1.3 设计离散 Hopfield 网络	282
9.2 连续 Hopfield 神经网络	284
9.3 Elman 神经网络	285
9.4 盒中脑模型	286
9.5 反馈神经网络相关函数详解	288
9.5.1 newhop——生成一个离散 Hopfield 网络	289
9.5.2 satlin——饱和线性传递函数	290
9.5.3 satlins——对称饱和线性传递函数	291
9.5.4 nnt2hop——更新 Hopfield 网络	291
9.5.5 newelm——创建 Elman 反馈网络	292
9.5.6 elmannet——创建 Elman 反馈网络（新版本）	294
9.6 反馈神经网络应用实例	296
9.6.1 二维平面上的联想记忆网络	296
9.6.2 Elman 股价预测	303
第 10 章 随机神经网络 (教学视频: 40 分钟)	308
10.1 模拟退火算法	308
10.1.1 模拟退火算法的引出	308
10.1.2 退火算法的参数控制	310
10.2 Boltzmann 机	311
10.2.1 Boltzmann 机基本原理	312
10.2.2 Boltzmann 机的学习规则	314
10.2.3 Boltzmann 机的运行步骤	316
10.3 Sigmoid 置信度网络	316
10.4 MATLAB 模拟退火算法工具	317
10.4.1 MATLAB 优化工具箱	318
10.4.2 模拟退火算法相关函数	322
10.5 模拟退火算法求解 TSP 问题	327
第 11 章 用 GUI 设计神经网络 (教学视频: 56 分钟)	334
11.1 神经网络工具 (nntool)	334
11.1.1 nntool 界面介绍	334
11.1.2 使用 nntool 建立神经网络	337
11.2 神经网络分类/聚类工具 (nctool)	340
11.3 神经网络拟合工具 (nftool)	348
11.4 神经网络模式识别工具 (nprtool)	353
11.5 神经网络时间序列工具 (ntstool)	359
11.6 nntraintool 与 view	365

第 3 篇 实战篇

第 12 章 Simulink	368
12.1 Simulink 中的神经网络模块	368

12.2 用 gensim 生成模块	371
12.2.1 相关函数介绍	371
12.2.2 gensim 使用实例	374
第 13 章 神经网络应用实例 ( 教学视频: 96 分钟)	377
13.1 BP 神经网络实现图像压缩	377
13.1.1 问题背景	377
13.1.2 神经网络建模	378
13.1.3 神经网络压缩的实现	380
13.2 Elman 网络预测上证股市开盘价	387
13.2.1 问题背景	387
13.2.2 神经网络建模	387
13.2.3 Elman 网络预测股价的实现	388
13.3 径向基网络预测地下水位	395
13.3.1 问题背景	395
13.3.2 神经网络建模	395
13.3.3 径向基网络预测的实现	397
13.4 基于 BP 网络的个人信贷信用评估	402
13.4.1 问题背景	402
13.4.2 神经网络建模	402
13.4.3 个人信贷信用评估的实现	404
13.5 基于概率神经网络的手写体数字识别	411
13.5.1 问题背景	411
13.5.2 神经网络建模	412
13.5.3 手写体数字识别的实现	414
13.6 基于概率神经网络的柴油机故障诊断	420
13.6.1 问题背景	420
13.6.2 神经网络建模	421
13.6.3 柴油机故障诊断的实现	422
13.7 基于自组织特征映射网络的亚洲足球水平聚类	425
13.7.1 问题背景	426
13.7.2 神经网络建模	426
13.7.3 足球水平聚类的实现	428

第 1 篇 入门篇

- » 第 1 章 神经网络概述
- » 第 2 章 MATLAB 快速入门
- » 第 3 章 MATLAB 函数与神经网络工具箱

第 1 章 神经网络概述

人工神经网络是一种类似于人类神经系统的信息处理技术。事实上，神经网络包括很多种，最常用的一种被称为 BP 神经网络，它是一种以误差反向传播为基础的前向网络，具有非常强的非线性映射能力。尽管统称“神经网络”，但其他类型的神经网络也各有其内部的机制和原理，如自组织神经网络使用无监督学习，反馈神经网络属于与前向网络相对的反馈网络。

本章将概述神经网络的功能和基本原理，使读者对其曲折的发展历程和学习机制有一定的认识。不同的神经网络采用不同的网络模型和学习机制。

1.1 人工神经网络简介

人工神经网络（Artificial Neural Network, ANN），通常简称为神经网络，是一种在生物神经网络的启示下建立的数据处理模型。神经网络由大量的人工神经元相互连接进行计算，根据外界的信息改变自身的结构，主要通过调整神经元之间的权值来对输入的数据进行建模，最终具备解决实际问题的能力。

通常，人类自身就是一个极好的模式识别系统。人类大脑包含的神经元数量达到 10^{11} 数量级，其处理速度比当今最快的计算机还要快许多倍。如此庞大、复杂、非线性的计算系统时刻指挥着全身的获得。当视野中出现一张熟悉的人脸时，只需数百毫秒的时间即可正确识别。尽管许多昆虫的神经系统并不发达，但仍表现出极强的识别能力。蝙蝠依靠其声纳系统搜集目标的位置、速度、目标大小等信息，最终实现声纳的回声定位以极高的成功率捕捉目标。

一般认为，生物神经并不是一开始就具备这样的识别能力的，而是在其成长过程中通过学习逐步获得的。人类出生后的几年间，大脑接收了大量的环境信息，随着经验的积累，神经元之间的相互关系不断变化，从而完成智能、思维、情绪等精神活动。

与其他细胞不同，神经元细胞由细胞体、树突和轴突组成。其中树突用于接收信号输入，细胞体用于处理，轴突则将处理后的信号传递给下一神经元，如图 1-1 所示。

在图 1-1 中，A 为轴突，D 为树突，P 为细胞体。在大脑中，每个神经元大约与 10^4 个其他神经元相连接。神经元之间的连接是依靠突触实现的，信号从一个神经元的轴突传递通过突触传递到另一神经元时是正向传播，不允许逆向传播。因此，神经网络可以看作一种有向图，在有向图中，节点之间的连接是有方向性的。图 1-2 为单层感

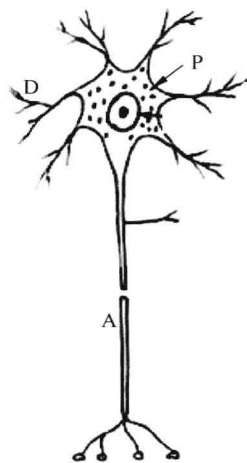


图 1-1 神经元细胞

知器的结构,图 1-3 为反馈神经网络的结构图,信号仅沿着箭头所指的方向流动。

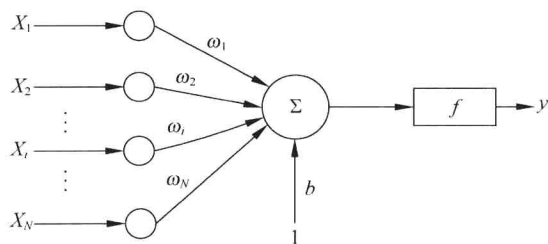


图 1-2 单层感知器结构

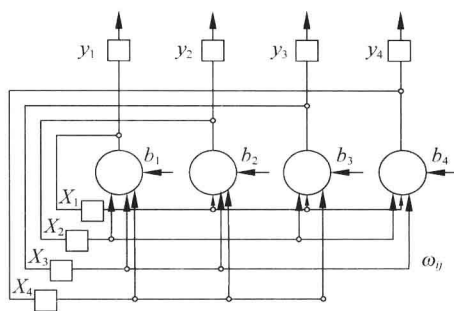


图 1-3 反馈神经网络结构

在人类刚刚出生时,其神经元存储的信息相当于一张白纸。在环境中各种输入信号的刺激下,神经元之间的连接关系逐渐发生了改变,最终对信号做出正确的反应。人工神经网络模型就是模仿生物神经网络建立起来的,但它是对生物神经网络的抽象,并没有也不可能完全反映大脑的功能和特点。事实上,神经网络不可能也没有必要达到大脑的复杂度,因为生物大脑的训练过程是该生物整个生命周期,即使建立了与之复杂度相当的网络模型,训练所花费的成本也会令其输出的一切结果失去应有的价值。

在人工神经网络中,最重要的概念莫过于神经元节点与权值。节点对应有向图中的节点,权值表示节点间相互连接的强度。人工神经网络的可塑性表现在,其连接权值都是可调整的,它将一系列仅具有简单处理能力的节点通过权值相连,当权值调整至恰当值时,就能输出正确的结果。网络将知识存储在调整后的各权值中,这一点是神经网络的精髓。

1.2 神经网络的特点及应用

人工神经网络具有强大的模式识别和数据拟合能力,不同类型的神经网络适用于不同的问题。如自组织网络适用于解决聚类问题,广义回归网络适用于拟合问题。

1.2.1 神经网络的特点

神经网络的一般特点可以概括为以下几个方面。

1. 自学习和自适应性

自适应性是指一个系统能够改变自身的性能以适应环境变化的能力。当环境发生变化时,相当于给神经网络输入新的训练样本,网络能够自动调整结构参数,改变映射关系,从而对特定的输入产生相应的期望输出。因此,神经网络比主要使用固定推理方式的专家系统具有更强的适应性,更接近人脑的运行规律。

2. 非线性性

现实世界是一个非线性的复杂系统,人脑也是一个非线性的信号处理组织。人工神经