

人工神经网络 理论及应用

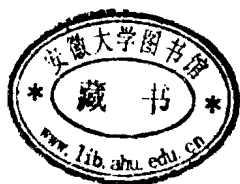
张铃 张钊

智能自动化丛书

智能自动化丛书

人工神经网络 理论及应用

张铃 张钹



浙江科学技术出版社

THE SERIES OF INTELLIGENT AUTOMATION

**THEORY AND APPLICATIONS OF
ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

Zhang Ling, Zhang Bo

**ZHEJIANG SCIENCE & TECHNOLOGY
PUBLISHING HOUSE**

智能自动化丛书

人工神经网络理论及应用

张 铃 张 钹

*

浙江科学技术出版社出版

浙江印刷集团公司印刷

浙江省新华书店发行

开本:850×1168 1/32

印张:12.5 插页:4

字数:256 000

1997年5月第 一 版

1997年5月第一次印刷

ISBN 7-5341-0988-4/TP·21

定 价:22.00 元

责任编辑:周伟元

封面设计:孙 菁

Published by Zhejiang Science and

Technology Publishing House

347 Tiyuchang Road, Hangzhou, China

©1997 by Zhang Ling Zhang Bo

First published in 1997

Printed in Xinhua Printing Factory

ISBN 7-5341-0988-4/TP·21

内 容 简 介

近年来,随着人工神经网络研究的深入,人们已经认识到作为联想记忆器、分类器和优化计算,人工神经网络具有许多独特的优点,但同时也存在严重的不足。比如,对多数神经网络模型来讲,并无一般的学习收敛定理,学习复杂性很高,网络记忆容量小和容错能力差等。由于至今神经网络理论尚未成熟,特别是缺乏定量的分析与结果,对多数已知神经网络模型机制的了解目前仍比较肤浅。为此,很需要有更深刻的研究。针对上述情况,近年来作者选择了几种典型的神经网络模型,包括权-阈值模型、概率逻辑神经元以及CMAC网等,运用不同的数学工具,对其学习收敛性、复杂性,网络记忆容量、容错能力等作了深入的定量分析,得出一些很有意义的结果。在此基础上,作者提出了若干有效的改进措施。这些研究不仅有严格的理论分析,同时配有计算机仿真模拟和部分应用实例。本书是作者10多年研究成果的总结,它不仅有助于读者深入了解连接主义的机理,而且书中提出的新方法与新模型,也能帮助大家更好地应用人工神经网络。本书对信息领域的研究生、科学工作者、技术人员以及对人工神经网络理论及应用有兴趣的读者具有一定参考价值。

ABSTRACT

People understand that as an associative memory, a classifier or optimization calculation, artificial neural networks have a lot of specific characteristics and are puzzled by a set of critical shortcomings as well. For example, for most of neural models, there is no general convergence theorem for their learning process, the learning speed is generally low, the networks have a limited memory capacity and poor error tolerant, etc. So far the artificial neural network does not come to maturity theoretically, especially lack of quantitative analysis and results. Thus, it is necessary to go a step further. Over the years the authors have chosen several typical neural models, and have analyzed their characteristics by using different mathematical tools quantitatively. The research not only included strictly theoretical analysis but also integrated with computer simulations and some real applications. The book covers most recent results of the authors' research works. It is designed for graduate students, researchers and technicians in information science, and also those concerned with artificial neural networks and their applications.

《智能自动化丛书》编委会

名誉主编 宋 健

主 编 戴汝为

编委(按姓氏笔画为序)

于景元	王 珏	石青云	冯纯伯
边肇琪	朱剑英	李国杰	李衍达
吴启迪	何新贵	宋国宁	张 侃
张 钹	陆汝铃	赵沁平	姜 桐
袁保宗	席裕庚	韩京清	路甬祥
熊范轮	潘云鹤	戴冠中	瞿寿德

Editorial Committee

Honor Editor-in-Chief

Song Jian

Editor-in-Chief

Dai Ruwei

Members of Editorial Committee

Yu Jingyuan	Wang Jue
Shi Qingyun	Feng Chunbo
Bian Zhaoqi	Zhu Jianying
Li Guojie	Li Yanda
Wu Qidi	He Xingui
Song Guoning	Zhang Kan
Zhang Bo	Lu Ruqian
Zhao Qinping	Jiang Tong
Yuan Baozong	Xi Yugeng
Han Jingqing	Lu Yongxiang
Xiong Fanlun	Pan Yunhe
Dai Guanzhong	Qu Shoude

出版说明

当前我们正面临着一场信息革命,在这场革命中计算机扮演着重要的角色,而现代化通讯、人工智能与多媒体技术等科学技术的发展将对这场革命起着十分重要的推动作用。目前,科技界已有一种共识:采用人工智能原理和方法研制智能系统,以使传统的自动化走向智能自动化,是自动化学科发展的必然趋势。智能自动化受到国内外的重视,我国在这方面也已开展了许多基础及应用研究。

为了推广和交流智能自动化的研究成果,在宋健教授的关怀下,以戴汝为教授为主编,我们组织出版了这套“智能自动化丛书”。

近期内,本丛书计划针对国内外有关智能自动化的最新研究进展及我国专家学者取得的成果,在智能系统的综合集成、智能控制、人工神经网络原理及应用、智能信息处理及汉字识别等方面出版一系列内容新颖的专著。

我们希望这套丛书的出版,能为我国智能自动化的发展作出一点贡献。

浙江科学技术出版社

1995年4月

前 言

80年代,人工神经网络理论及应用研究重新引起人们的重视,其原因大体来自两个方面:首先是人工智能传统的符号处理方法,在模拟人类智能行为,尤其是感知和动作行为中遇到很大的困难,人们希望从神经网络中找到一种解决困难的办法;其次,正好那时神经网络取得了某些进展,提出了一些有效的算法和新的应用,如多层网络误差反向传播(BP)算法的提出,Hopfield把神经网络用于求解巡回售货员的路径优化问题等,人们重新看到了发展神经网络技术的希望。于是许多领域,尤其是正陷入困境的人工智能等领域的研究人员,都纷纷投入到这个新的研究方向,期待神经网络能给他们带来新的希望,以帮助他们解决所面临的用传统方法难以解决,甚至不能解决的问题。

10年前,我们正是在这股热潮下参加到人工神经网络的研究行列,我们确定先把研究的重点放在理论上,目的是想弄清究竟人工神经网络能解决什么问题,不能解决什么问题。于是我们选择了若干有代表性的网络模型,希望从理论上找到分析它们的工具,

力图取得定量的结果,以深入了解它的工作能力,如学习收敛性和复杂性、网络的泛化能力等,尽可能搞清楚它的本质,在弄清机理的基础上,进而寻找改善的办法。特别是把符号处理的方法和已知的数学优化算法结合到传统的神经网络学习中去,以克服神经网络方法的某些缺陷。在此基础上,提出了一些新的网络模型和学习算法。通过 10 多年的努力,我们达到了预定目的,即我们从不同角度(几何、规划、概率等),讨论了神经网络的学习与综合问题,给出相应的学习与综合方法。这些新的学习方法各有其优点,当然也各有其不足之处,但它们确实一定程度上克服了传统学习方法,如 BP 算法、Hebb 律等收敛速度慢、所得网络性能差等通病,提供了研究神经网络学习与综合的新途径。

与此同时,我们还作了一些实验研究工作,其目的主要是为了验证理论分析的结果,以进一步弄清神经网络的机理。我们希望上述理论研究,对未来的应用开发会有一定的指导作用。这项研究的另一个动机,是想探索神经网络在模拟人类智能上的可能应用。

这本书是我们 10 多年研究工作的总结,这些研究都是在国家自然科学基金、国家攀登计划以及国家“863”高技术计划的支持下完成的。其中,第一章是人

工神经网络概述；第二章是对现有神经网络学习方法的分析，重点分析它存在的问题；第三、第四章提出新的算法，即权-阈值神经网络学习算法和多层网络的FP学习和综合算法，并分析了这些算法的性能与特点；第五、第六章是对概率逻辑神经网络的定量分析，提出该模型的基本性质；第七章提出一种新的改进模型——AZ-模型，分析了该模型的性能；第八章是关于CMAC神经网络的理论分析；第九章是关于神经网络新模型的应用。本书的成果除CMAC神经网络及部分实验工作由姚殊和韩玫博士完成之外，其余都是作者完成的，其主要研究结论已在国内外杂志上发表过。

本书不是全面介绍神经网络的入门读物，而是从分析有代表性的网络模型出发，深入地了解人工神经网络的机理、网络可能达到的性能、所存在的缺陷以及造成缺陷的原因等。因此，尽管所分析的网络模型有限，但其中所得出的基本结论，对其他网型也大体适用。读者从一个侧面可以大致看出目前神经网络究竟能解决哪些问题。当然，神经网络的理论和技术仍在发展之中，随着本身技术的发展以及与其他技术的相互渗透，神经网络所能解决的问题范围也会不断变化的。

本书可以作为信息领域和有关领域的大学生、研

究生及其他研究人员深入学习人工神经网络的参考书。

欢迎读者对本书提出批评和建议。

著 者

1996. 11

目 录

第一章	人工神经网络概述	[1]
1.1	引言	[1]
1.2	人工神经网络的基本功能	[4]
1.3	几种常见的神经网络	[6]
1.4	其他神经网络模型	[27]
第二章	现有神经网络学习方法的分析	[33]
2.1	引言	[33]
2.2	现有神经网络学习方法的主要问题	[35]
2.3	神经网络学习计算复杂性的分析	[46]
第三章	权—阈值神经网络学习算法	[50]
3.1	引言	[50]
3.2	神经网络的学习问题	[51]
3.3	网络训练样本吸引半径估计	[58]
3.4	吸引半径优化的讨论	[60]
3.5	PRA 算法	[62]
3.6	计算机仿真模拟	[65]

第四章	多层神经网络的FP学习和综合算法	[72]
4.1	引言	[72]
4.2	前馈神经网络的FP算法	[74]
4.3	前馈网络性能分析	[78]
4.4	前馈网络结构分析	[90]
4.5	前馈FP算法推广及与其他方法比较	[91]
4.6	计算机仿真模拟	[98]
4.7	多层反馈神经网络的FP学习和综合算法	[100]
第五章	概率逻辑神经网络的定量分析	[117]
5.1	引言	[117]
5.2	Aleksander的工作	[119]
5.3	PLN网络	[121]
5.4	PLN网络收敛性定理	[127]
5.5	PLN网络结构及性质	[131]
5.6	结论	[137]
第六章	概率逻辑神经网络的新模型	[138]
6.1	引言	[138]
6.2	A-学习算法与马尔可夫链	[140]
6.3	A-算法计算复杂性分析	[148]
6.4	PLN网络反馈连接矩阵与稳定性	[155]

6.5	PLN 网络记忆容量	[164]
第七章	概率逻辑神经网络的AZ-模型	[175]
7.1	引言	[175]
7.2	单层反馈PLN 网络的识别复杂性	[176]
7.3	PLN 网络的识别复杂性分析	[180]
7.4	PLN 元件的改进——AZ-模型	[186]
7.5	PLN 网络的样本吸引区域的分析	[199]
7.6	计算机仿真模拟	[208]
第八章	CMAC 神经网络分析	[214]
8.1	引言	[214]
8.2	CMAC 模型描述	[215]
8.3	CMAC 网络在批量学习方式下的收敛性	[226]
8.4	CMAC 网络在循环学习方式下的收敛性	[232]
8.5	CMAC 网络在随机学习方式下的收敛性	[240]
8.6	样本集的地址向量线性相关时的收敛性	[244]
8.7	仿真实验	[249]

第九章 神经网络新模型的应用	[263]
9.1 FP 模型的应用	[263]
9.2 PLN 模型的应用	[303]
9.3 基于规划学习算法的应用	[320]
9.4 CMAC 网络的应用	[331]
参考文献	[367]