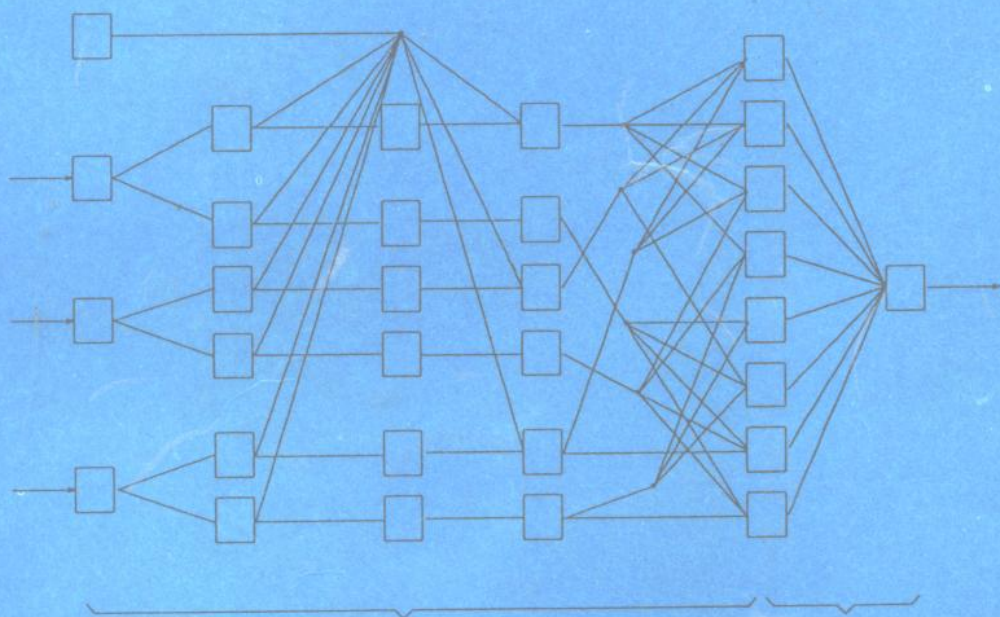


模糊逻辑与神经网络

——理论研究与探索

刘增良 刘有才 著



北京航空航天大学出版社

73.814

国家自然科学基金资助项目

模糊逻辑与神经网络

——理论研究探索

刘增良 刘育才 著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是一部将模糊逻辑与神经网络进行结合研究的论著,介绍了作者近年来在模糊逻辑与神经网络的结合研究与探索中的部分研究成果与心得体会。全书共分五篇,内容包括:智能模拟中的模糊逻辑与神经网络;模糊命题逻辑与模糊谓词逻辑;神经网络基本概念、机理与系统理论;模糊系统与模糊神经网络;因素神经网络的基本概念与理论,解析型因素神经网络和模拟型因素神经网络。

本书为国家八五重点科技图书之一。对其工程应用与具体实现,将在本书的姐妹篇《模糊逻辑与神经网络——工程应用及实现技术》一书中进行论述。

本书适合于从事智能科学、系统科学、计算机科学、应用数学、信息及自动控制等领域研究的广大科技人员和工程技术人员阅读,也可作为大学同类专业高年级大学生和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模糊逻辑与神经网络:理论与探索/刘增良著.

北京:北京航空航天大学出版社,1996.4

ISBN 7-81012-635-0

I. 模… II. 刘… III. ①智能模拟-模糊逻辑-研究②智能模拟-神经网络-研究 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 00905 号

模糊逻辑与神经网络

——理论研究及探索

MOHU LUOJI YU SHENJING WANGLUO——LILUN YANJIU YU TANSUO

刘增良 刘有才 著

责任编辑 王小青 责任校对 张韵秋

北京航空航天大学出版社出版

北京学院路 37 号(100083) 2015720(发行科电话)

新华书店总店科技发行所发行 各地书店经销

朝阳科普印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:24.25 字数:620 千字

1996 年 5 月第一版 1997 年 3 月第三次印刷 印数:5001~6000 册

ISBN 7-81012-635-0/TP·204 定价:33.00 元

模糊逻辑与神经网络

序

模糊逻辑与神经网络的结合研究是实现机器智能的关键技术之一,是国际人工智能领域的前沿方向之一,它对于研制具有模糊信息处理和联想学习机制的新一代专家系统、智能计算机系统、智能机器系统等具有十分重要的意义。

模糊逻辑与神经网络各有自己的优势,前者抓住了人脑思维的模糊性特点,在描述高层知识方面有其长处,可以模仿人的综合推断来处理常规数学方法难以解决的模糊信息处理问题,使计算机应用得以扩大到人文、社会科学及复杂系统等领域;后者则以生物神经网络为模拟基础,试图在模拟感知、认知、自动学习等方面向前发展一步,使人工智能更能接近人脑的自组织和并行处理等功能。将模糊逻辑与神经网络进行有机的结合,可以有效地发挥其各自的长处并弥补其不足,由此而构成的自适应模糊系统理论,必定能适应于更多的复杂问题领域,具有更强的“智能”特性。

《模糊逻辑与神经网络——理论与探索》一书对模糊逻辑、神经网络以及二者的结合理论进行了深入的研究探索,特别是较详细地描述了作者自己提出的因素神经网络理论,具有鲜明的特色,是一部反映该领域国际前沿成果的论著。我认为,本书的出版,对推动我国模糊技术、神经网络的深入研究,对形成一种集人工智能、神经网络及模糊技术等于一体的智能化知识平台,无疑会有很大的帮助。

中国工程院院士
国家智能计算机研究开发中心主任



一九九六年三月

前 言

80年代后期,当模糊逻辑与神经网络技术的结合研究还刚刚呈现出一种研究动向的时候,我们即有幸参与其中并成为其热心的探索者。几年时间过去了,有关模糊逻辑与神经网络的结合研究现在已成为一个重要的研究方向,无论是在国内还是在国外,其研究者和热心的支持者已越来越多,研究也越来越深入。总结这方面研究的经验与成果,一直是我们的夙愿。感谢北京航空航天大学出版社给了我们实现这一愿望的机会,使本书得以呈现于广大读者面前。

本书是我们从事模糊逻辑与神经网络结合研究经验与成果的总结,也是在此过程中不断学习的一些心得与体会。书中有些方面是我们提出并认真研究过的,但更多的地方则是吸收、采纳和借鉴了国内外诸多同行的成果与观点。我们对它们进行系统的归纳和总结,是希望能对正在和将要从事模糊逻辑与神经网络研究的国内同行们起到一定的参考作用,更希望能对推动我国现阶段的模糊逻辑与神经网络的结合性研究有所裨益。尽管书中有些论述不一定完全正确,但我们相信,它们对推动这一领域的更深入、更广泛的研究,起码有所借鉴。

我们对模糊逻辑与神经网络的结合研究一直非常关注并希望能深入研究,是因为我们始终认为,它对实现人工智能或者说智能模拟是十分必要的。从中,我们也许能找到一条初步实现智能模拟的途径。我们并不否认现有人工智能研究已经和正在取得的辉煌成果,也承认在一般人眼里,智能与智能模拟一直是一个在不断发展的概念。但是,当人们对智能模拟提出了诸如:能处理自然语言、能同时模拟形象思维和抽象思维等比以往更高更苛刻的要求,以至于在某些方面经典人工智能研究业已很难应付之时,我们却没有任何理由去责怪人们对人工智能或者说智能模拟的苛刻,因为这表达的的确是人们对于人工智能研究所寄予的殷切希望。

无论从哪一方面说,作为万物之灵的人,确实是一个难以模拟的对象。在近期或可以预见的将来,要想让计算机全面达到或超过一个正常人的智力水平,将是十分困难的。但我们并不能因此而灰心丧气或停滞不前。既然现实和社会需要进行智能模拟和人工智能研究,我们就只能去设法实现它,包括要让机器能像人一样,可同时进行形象思维和抽象思维。

模糊逻辑与神经网络的结合研究是一个十分广阔的研究领域,也是一个属于探索性研究的领域。结合应如何结合?研究应如何进行?我们并没有一个先行的指导者,也不应有一个人为预定的模式。但几年来的研究使我们认为,这种结合性研究至少应包含有下面几方面的内容:

- (1) 逻辑问题(特别是模糊逻辑问题)的网络表达,以及网络运行结果的逻辑解释;
- (2) 自然语言或观察模式的网络理解,以及网络运行结果的自然语言解释;
- (3) 抽象思维与形象思维的有机结合及综合模拟。

当然,作为研究工作的第一步,我们认为,将模糊逻辑与神经网络技术进行有机的结合,其初步目标之一,即在于设法构造和实现一类自适应模糊信息处理系统。这一自适应模糊系统,可以对“近乎”人类自然语言的模糊信息进行理解及综合性处理,并具有在有目的的指导和运行中进行学习与自我调整其内部知识或信息处理结构的功能。这一自适应模糊系统,对于诸

如工业复杂系统智能控制、智能机器人视觉和听觉功能的加强、高级智能专家系统的研制以及智能机的结构体系研究等广阔领域,均有着重要的理论价值及巨大的应用前景。

为了形象地表达这一自适应模糊信息处理系统并在此基础上进一步实现智能模拟,我们曾在“因素神经网络理论及实现策略研究”一文中提出一种被命名为“因素神经网络理论”的智能模拟的工程理论模型。它以知识和信息的因素表达为基础,以神经网络为其形式化结构框架。尽管这一模型还仅是一个初步模型,需要进一步完善;但我们认为,在当前还没有其他更合适模型的情况下,它至少可以成为我们进一步研究的基础。在本书中,有相当一部分内容是以此模型为基础进行论述的,包括其解析型模式和模拟型模式。在一定程度上,它们可以看作是抽象思维和形象思维模拟的雏型。

由于模糊逻辑与神经网络的结合研究内容广泛,成果丰富,也因篇幅所限,为了读者阅读方便,在本书中,我们论述的重点主要是如何将模糊信息处理技术与神经网络进行结合以形成一类自适应模糊信息处理系统,而对其工程应用与具体实现则基本上未论及。有关这方面的内容,我们将在本书的姐妹篇《模糊逻辑与神经网络——工程应用及实现技术》一书中进行论述。

最后,需要指出是,作为一种探索性研究,在本书理论的形成和完善的过程中,我们曾得到过众多学者和专家的指导,特别是导师——北京师范大学汪培庄先生和北京航空航天大学李未先生多年的悉心指导和热情支持,得到过国家自然科学基金、国家 863 计划、中国博士后科学基金、航空基金等多方面的资助支持,在此,我们表示由衷的感谢。另外,本书的立题与出版,得到了国家新闻出版署和北京航空航天大学出版社领导与编辑的大力支持,李未先生在百忙之中审阅了书稿,国家智能计算机研究开发中心主任李国杰院士、国防科技大学校长郭桂荣院士欣笔为本书与本书的姐妹篇作序,在本书出版之际,我们向他们表示真诚的谢意。

因时间仓促,作者能力有限,论述中的不当之处,敬请指正。

作 者

1995 年 9 月

目 录

序 篇 智能模拟中的模糊逻辑与神经网络

0.1	智能和智能系统的主要特征	(4)
0.1.1	什么是智能和智能系统的主要特征	(4)
0.1.2	完善智能系统的主要特点	(7)
0.2	实现智能模拟的前提性条件	(10)
0.2.1	智能模拟实现的目标与前提	(10)
0.2.2	完备的智能模拟工程系统	(13)
0.3	智能模拟中的模糊技术与神经网络技术	(14)
0.3.1	智能模拟中的心理模式与生理模式	(14)
0.3.2	智能模拟中的神经网络技术	(18)
0.3.3	智能模拟中的模糊技术	(19)
0.4	自适应模糊系统与因素神经网络理论	(22)
0.5	本书的目标和内容安排	(24)

第一篇 模糊逻辑

第一章 模糊逻辑的集合论基础

1.1	CONTOR 集合与模糊集合	(29)
1.1.1	CONTOR 集合及其本质特征	(29)
1.1.2	模糊集合及其表示方法	(30)
1.2	模糊集合上的运算及其性质	(32)
1.2.1	模糊集合的基本运算	(32)
1.2.2	模糊集合上的一些特殊运算	(33)
1.3	模糊集合与普通集合间的转化	(35)
1.3.1	模糊集的截集与集合套	(35)
1.3.2	分解定理和表现定理	(36)
1.4	模糊关系与模糊等价关系	(38)
1.4.1	关系与模糊关系	(38)

1.4.2	模糊关系的合成	(39)
1.4.3	模糊等价关系	(39)
1.5	模糊映射与扩展原理	(40)
1.5.1	映射与模糊映射	(40)
1.5.2	模糊映射与扩展原理	(42)
1.6	广义模糊集	(44)
1.6.1	区间数与模糊数	(44)
1.6.2	语言值模糊集	(46)
1.6.3	格模糊集与高阶模糊集	(47)

第二章 模糊命题逻辑

2.1	模糊命题及其真值表示方法	(50)
2.1.1	命题与模糊命题	(50)
2.1.2	模糊命题真值的表示方法	(52)
2.1.3	复合模糊命题	(53)
2.2	模糊命题逻辑及其合式公式	(53)
2.2.1	几种典型三值逻辑简介	(53)
2.2.2	狭义模糊逻辑	(55)
2.2.3	模糊命题逻辑的合式公式	(56)
2.2.4	模糊命题逻辑公式的范式与化简	(58)
2.3	狭义模糊命题演算及推理系统	(61)
2.4	区间值模糊命题逻辑	(63)
2.4.1	基于区间值模糊命题的不精确性知识描述	(63)
2.4.2	区间值模糊命题逻辑	(64)
2.4.3	不确定性区间值模糊推理	(65)
2.5	语言值模糊逻辑与自然语言型推理	(67)
2.5.1	语言值模糊逻辑与分布值模糊逻辑	(68)
2.5.2	自然语言型模糊推理	(70)

第三章 模糊谓词逻辑

3.1	模糊谓词与模糊谓词逻辑中的合式公式	(72)
3.1.1	谓词与模糊谓词	(72)
3.1.2	模糊谓词逻辑中的合式公式	(74)
3.2	模糊谓词逻辑的等值演算	(75)
3.3	基于模糊谓词逻辑的模糊推理	(76)
3.3.1	无约束变元时的模糊谓词逻辑演算及推理系统	(77)
3.3.2	考虑变元约束时的模糊谓词逻辑等值演算与推理	(79)

第四章 关于模糊逻辑的理论研究

4.1	格值(模糊)逻辑	(82)
4.1.1	有关格的一些基本概念	(82)
4.1.2	格值(模糊)逻辑及其合式公式	(84)
4.1.3	格值逻辑公式的化简	(86)
4.2	算子模糊逻辑	(92)
4.2.1	算子格与算子模糊逻辑公式	(92)
4.2.2	算子模糊逻辑中的范式与 λ -归结	(95)

第二篇 神经网络基本理论

第五章 人工神经网络的生物基础

5.1	生物神经元与神经网络	(102)
5.1.1	生物神经元的生理结构与功能结构	(102)
5.1.2	生物神经元间信息传递的机制与生物神经网络的构成	(104)
5.2	大脑的生理模型及其信息处理机制	(106)
5.2.1	大脑的生理模型与功能结构	(106)
5.2.2	人脑进行信息处理的机制与特性	(107)
5.3	关于思维和记忆的一些研究和猜测	(109)
5.3.1	对大脑学习和记忆机理的一些认识	(110)
5.3.2	对意识和思维过程的一种猜测模型	(111)

第六章 人工神经网络的基本模型

6.1	基本人工神经元及其网络模块	(113)
6.1.1	人工神经元的基本模型	(113)
6.1.2	人工神经网络及其主要类型	(115)
6.2	能实现映射变换的三层前馈型 BP 网络	(116)
6.2.1	BP 网络的数学模型	(116)
6.2.2	BP 网络的学习算法	(117)
6.2.3	对 BP 网络及其学习算法的一些改进	(118)
6.3	可实现联想记忆的 Hopfield 网络	(126)
6.3.1	Hopfield 网络的数学模型	(126)
6.3.2	Hopfield 网络的动态稳定性	(126)
6.3.3	连续型 Hopfield 网络及其稳定性	(130)
6.4	随机型 BM 网络	(131)
6.4.1	BM 网络的功能结构	(131)

6.4.2	BM 网络的运行机理和学习算法	(132)
6.5	其他典型联想记忆网络模型	(134)
6.5.1	单向线性联想存储器	(134)
6.5.2	双向联想记忆网络	(135)
6.6	对向传播(CP)网络	(137)
6.6.1	三层对向传播网络的数学模型	(137)
6.6.2	三层对向传播网络的学习过程	(138)

第七章 神经网络的软硬件实现

7.1	电子神经元器件的基本结构与实现技术	(139)
7.1.1	模拟神经元器件的基本结构与实现技术	(139)
7.1.2	基于电流模式的模拟实现方法	(142)
7.1.3	数字神经元器件的基本结构与实现技术	(144)
7.2	光神经器件的实现技术	(148)
7.2.1	光神经器件实现的一些基本技术	(149)
7.2.2	光神经器件的基本结构与实现	(153)
7.3	神经网络的软件实现方法	(155)
7.3.1	利用已有的神经网络软件开发环境开发神经网络软件	(155)
7.3.2	利用专门的神经网络描述语言开发神经网络软件	(158)
7.3.3	使用通用计算机编程语言开发神经网络软件	(162)

第八章 神经网络系统理论

8.1	神经网络系统的动力学稳定特性	(174)
8.2	网络系统的吸引子与吸引域分析	(178)
8.3	网络的随机稳定性(概率统计的观点)	(181)
8.4	神经网络的熵理论	(183)
8.4.1	能量与熵	(183)
8.4.2	同步并行计算时的熵变规律	(184)
8.4.3	异步串行计算时的熵变规律	(185)

第三篇 模糊神经网络

第九章 模糊信息处理与模糊神经网络

9.1	模糊信息处理的神经网络方法	(189)
9.2	基本模糊神经元及模糊神经网络模型	(191)
9.2.1	几种基本模糊神经元	(191)
9.2.2	前向型模糊神经网络与反馈型模糊神经网络	(193)

第十章 模糊推理网络

10.1	模糊推理模型的表达方法	(194)
10.1.1	模糊关系模型的数学描述	(194)
10.1.2	模糊关系模型的化简与规则型模糊推理	(195)
10.2	模糊推理的神经网络实现方法	(197)
10.2.1	前馈型模糊神经网络的基本构成	(197)
10.2.2	神经网络与模糊推理协作系统	(200)

第十一章 模糊联想记忆网络

11.1	模糊记忆与模糊联想存储器	(202)
11.1.1	模糊自联想存储器	(202)
11.1.2	模糊异联想存储器	(203)
11.2	模糊异联想存储器多模式对联想存储学习算法的优化	(203)
11.2.1	模糊赫布型学习规则的特征与不足	(204)
11.2.2	多模式对联想记忆学习的优化算法	(205)
11.3	模糊双向联想记忆与推理网络	(206)
11.3.1	模糊双向联想记忆与推理网络的基本性能	(206)
11.3.2	模糊双向联想记忆与推理网络的动态分析及稳定特性	(209)

第十二章 基于模糊神经网络的模糊规则提取

12.1	模糊系统的联接主义表达与特点	(213)
12.2	模糊规则提取的神经网络方法	(214)
12.3	对提取规则的置信度估计	(217)

第四篇 因素神经网络理论

第十三章 知识的因素表示理论

13.1	因素与因素空间	(221)
13.1.1	事物、因素及因素状态	(221)
13.1.2	因素间的关系与运算	(222)
13.1.3	事物与因素的关系描述	(223)
13.1.4	事物的层次结构与识别因素(开关因素)	(224)
13.1.5	因素状态空间及其分类	(225)
13.1.6	事物因素分析的一般步骤	(226)
13.1.7	因素空间及其初步性质	(226)
13.2	知识的因素表示方法	(230)

13.2.1	知识、智能及其数学描述	(230)
13.2.2	知识的因素表示模式	(231)
13.2.3	概念的因素表示方法	(233)
13.2.4	推理、判断的因素表示	(236)
13.2.5	因素推理模式的真值流解释	(237)

第十四章 因素神经元与因素神经网络

14.1	选用因素神经元作为知识表示基本模式的一些考虑	(238)
14.2	因素神经元形式化定义及意义	(240)
14.2.1	因素神经元形式化定义	(240)
14.2.2	关于因素神经元形式化定义的几点说明	(241)
14.3	因素神经网络形式化定义及其类型	(241)
14.3.1	因素神经网络形式化定义	(241)
14.3.2	对因素神经网络定义的几点解释	(242)
14.3.3	因素神经网络的主要类型	(243)

第十五章 几种典型因素神经元及其网络

15.1	点值(单一数值)型因素神经元及其网络	(245)
15.1.1	一类二值型因素神经元的形式化定义	(245)
15.1.2	二值型因素神经元的电子实现方法	(246)
15.1.3	二值型因素神经元及其网络可实现的函数性质研究	(250)
15.1.4	二值命题逻辑运算的二值型因素神经网络等价实现方法	(254)
15.1.5	一类连续值因素神经元及其性质	(259)
15.1.6	连续值因素神经网络对任意逻辑函数关系的可实现性	(260)
15.1.7	连续值因素神经元的电子实现	(262)
15.1.8	模糊综合决策问题的连续值因素神经网络实现	(269)
15.2	区间值因素神经元及其网络	(271)
15.2.1	区间值因素函数与区间值逻辑函数	(272)
15.2.2	一类区间值型因素神经元定义及其性质	(274)
15.2.3	区间值因素神经元的电子实现	(275)
15.2.4	一类区间值不精确推理及其区间值因素神经网络实现	(278)
15.2.5	不确定性区间值推理网络的学习算法	(282)
15.3	分布值因素神经元及其网络	(283)
15.3.1	分布值函数与分布值逻辑	(284)
15.3.2	一种分布值(模糊语言值)因素神经元定义及其简单性质	(284)
15.3.3	分布值(模糊语言值)因素神经元的电子实现	(286)
15.3.4	分布值(模糊语言值)因素神经元应用举例	(290)

第十六章 解析型因素神经网络

16.1	解析型因素神经网络描述模型的构建	(293)
16.1.1	以对象为基础的系统描述方法	(293)
16.1.2	对象的模糊划分与模糊关系	(295)
16.1.3	系统认知与描述对象的解析型因素神经元表达	(299)
16.2	解析型因素神经元中的推理机制	(300)
16.2.1	解析型因素神经网络推理模型的建立	(301)
16.2.2	解析型因素神经元中的演绎推理与问题求解策略	(301)
16.2.3	解析型因素神经网络中问题求解策略的具体实现方法	(303)
16.3	解析型因素神经网络中的非确定性推理与模糊搜索策略	(307)
16.3.1	非确定性推理模式的一般表达	(307)
16.3.2	基于概率表达的非确定性推理的实现	(308)
16.3.3	基于模糊逻辑的非确定性推理方法	(310)
16.3.4	基于因素表达的非确定性推理	(316)
16.3.5	问题求解中的模糊搜索策略	(321)
16.3.6	启发式搜索中的因素辅助搜索策略	(323)
16.4	解析型因素神经网络中的类比与联想	(324)
16.4.1	相似、相对与类比	(324)
16.4.2	联想过程中的导航机制	(326)
16.5	解析型因素神经网络中的学习与归纳推理	(327)
16.5.1	学习与归纳推理	(327)
16.5.2	离散对象的归纳	(328)
16.5.3	具有特定拓扑结构的对象的归纳推理	(329)

第十七章 模拟型因素神经网络

17.1	智能模拟与模拟型因素神经网络	(331)
17.1.1	人类认识中的理论与经验	(332)
17.1.2	经验模拟与模拟型因素神经元	(333)
17.1.3	模拟型因素神经元的一般功能与结构	(334)
17.1.4	模拟型因素神经元中的内部网络模块与节点(胞元)	(335)
17.1.5	模拟型因素神经元实现智能模拟的方法	(336)
17.2	模拟型因素神经元中的前馈型网络模块与信息映射变换的实现	(337)
17.2.1	信息映射变换与映射型网络模块	(337)
17.2.2	前馈型网络模块实现映射变换的方法	(337)
17.3	模拟型因素神经元中的反馈型动态网络模块及其联想记忆功能	(338)
17.3.1	联想与联想记忆	(338)
17.3.2	模拟型因素神经元实现联想记忆的方法	(339)
17.4	模拟型因素神经网络中的认知模型	(341)

17.4.1	认知与认知网络	(341)
17.4.2	ART-1 的结构与运行机制	(342)
17.4.3	ART-2 的结构与网络方程	(343)
17.4.4	ART-3 网络简介	(345)
17.5	模拟型因素神经网络的功能结构分析	(346)
17.5.1	具有前馈型网络模块的模拟型因素神经元的功能结构	(347)
17.5.2	具有反馈型动态网络模块的模拟型因素神经元的功能结构	(348)
17.5.3	模拟型因素神经网络的一般功能结构	(350)
第十八章 组合式因素神经网络的系统设计与系统稳定特性		
18.1	组合式因素神经网络的系统设计	(351)
18.1.1	组合式因素神经网络系统的基本结构	(351)
18.1.2	组合式因素神经网络系统的数学描述	(353)
18.1.3	组合式因素神经网络系统设计的一般方法	(354)
18.1.4	组合式因素神经网络系统设计的一些指导性原则	(355)
18.2	组合式因素神经网络系统的稳定特性	(356)
18.2.1	组合式因素神经网络系统的状态稳定性	(357)
18.2.2	组合式因素神经网络系统的结构稳定性	(361)
参考文献		(369)

智能模拟中的模糊逻辑 与神经网络

- 智能和智能系统的主要特征
- 实现智能模拟的前提性条件
- 智能模拟中的模糊技术与神经网络技术
- 自适应模糊系统与因素神经网络理论
- 本书的目标和内容安排

在当代及今后相当长一段时期内,也许再没有哪一项新的技术突破能像“智能机研制成功”那样令人神往并将会对人类社会产生巨大影响的了。我们这样说,丝毫没有低估人类科技前沿阵地中其他尖端学科(如进行宇宙宏观和微观探索的航天技术及核科学技术、探索生命奥秘的生物工程等)将会对人类生活和科技进步所产生的划时代的影响的意思。但是,不可否认的是,长期以来研制具有类似人类智能的智能机和智能机器人,一直是人们——无论是专门从事此项研究的科学家还是普通老百姓——殷切期望的一个目标和方向。如果说当代微电子与计算机技术的飞速发展和广泛应用已经为智能机的研制提供了可能的基础,使人们隐隐约约看到了成功的希望;那么,当代国际间激烈的技术和商业竞争,更加剧了人们力图在这一领域内遥遥领先的愿望。

应该肯定地说,经过几十年的奋斗,在走过了一段艰难曲折的不平凡之路以后,人工智能——或者说智能模拟工程——的理论和实践,已经取得了许多令人瞩目的成绩,开拓了许多成功的和可能的途径。我们且不说全世界已有成千上万的科技人员进入这一研究领域,也不必去精心统计以各种文字发表的有关这一研究领域的各种论文和专著,仅从那些已经或正在开发的各类专家系统上,当它们已经或将要运行于社会的各个领域并已经或即将产生巨大的经济效益和社会效益之时,我们就可以有理由说,人工智能研究业已取得初步成功。

但是,由于智能本身所具有的特殊性,实践也已证明,智能机的研制和智能模拟,的确是人类所遇到的科技难题中最难解决的一个。曾记得,在1958年,当人工智能的创始人和积极倡导者,美国的纽厄尔(Newell)、西蒙(Simon)教授等人,满怀信心地向人们预言“不出十年,计算机将成为世界象棋冠军,除非通过一个比赛规则不准它参加;不出十年,计算机将发现并证明人类还未发现的重要数学定理;不出十年,计算机将谱写出具有相当美学价值并被评论家们认可的乐曲;不出十年,大多数心理学家的理论将能用计算机程序来形成”的时候,一些人曾十分激动,以为智能机和智能机器人马上就能研制成功了。有的人甚至开始担心机器人是否会反过来控制人类。然而,30多年过去了,Simon教授等人的预言并未能得到完全的实现。那些智勇双全、威力无比的智能机器人,除了在电影电视中令人赞叹之外,也未能出现在现实生活之中。Simon教授在出席“日本第五代计算机会议”时所讲的一段话,是很耐人寻味的。他说:“从一开始,人工智能和认知科学工作者就因过分地乐观而受人指责。我希望我们已为某些乐观而感到内疚了。而且对于一个经历了30多年历程才走到今天这一步的一个领域来说,我也不认为这种指责和内疚是过分的。”

急于求成也许并不算一种大错。由于期望已久,因而,每当一种理论或一种设想刚刚提出来的时候,人们自然会对其抱有极大的希望,以为看到了“柳暗花明又一村”的曙光,这是可以理解的。但是,人们已经发现,在智能模拟领域,要实现真正的突破,并不是一朝一夕就可以办到的,它需要人们进行长期的坚持不懈的努力,进行脚踏实地的探索和艰苦卓绝的研究。

近几年来,有关模糊逻辑与神经网络的结合研究已成为智能模拟领域一个十分引人注目的研究动向。这一结合性研究的重要意义及应用前景已令不少专家为之激动。美国著名控制