

“模糊数学与工程新进展”国际系列丛书

模糊集与模糊信息粒理论

[美] Lotfi A. Zadeh 著

阮 达 黄崇福 编译



北京师范大学出版社

“模糊数学与工程新进展”国际系列丛书

模糊集与模糊信息粒理论

(中文版)

[美] Lotfi A. Zadeh 著

阮 达 黄崇福 编译

北京师范大学出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

模糊集与模糊信息粒理论/(美)扎德(Zadeh, L. A.)
著;阮达,黄崇福编译—北京:北京师范大学出版社,
2000.8
(模糊数学与工程新进展国际系列丛书)
ISBN 7-303-05324-7

I. 模… II. ①扎…②阮…③黄… III. 模糊集-文
集 IV. 0159-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 02101 号

北京市版权局著作合同登记图字 01-2000-0187 号

北京师范大学出版社出版发行

(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

出版人:常汝吉

北京师范大学印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:890mm×1 240mm 1/32 印张:13.125 字数:360 千字

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~500 定价:17.00 元

国际系列丛书《模糊数学与工程新进展》

国际主编 阮达 (Da Ruan)

国内主编 黄崇福 (Huang Chongfu)

国际专家委员会名单:

(以国家英文名字母顺序排列)

Etienne E. Kerre (比利时)

Da Ruan (比利时)

Madan M. Gupta (加拿大)

刘应明 (中国)

黄崇福 (中国)

Didier Dubois (法国)

Hans J. Zimmermann (德国)

梁怡 (中国香港)

Hiroshi Inoue (日本)

Masaharu Mizumoto (日本)

Zeungnam Bien (韩国)

Arien J. van der Wal (荷兰)

Janusz Kacprzyk (波兰)

Bart Kosko (美国)

George J. Klir (美国)

Peizhuang Wang (美国)

Paul P. Wang (美国)

前 言

“模糊数学与工程新进展”国际系列丛书是为适应模糊数学与工程研究飞速发展的形势而出版的一套新型国际丛书,本丛书的出版,目的在于支持模糊数学和相关理论及其在一般性工业和特殊工程中应用的发展,反映模糊数学研究领域的最高水平和最新成果.模糊集创始人扎德教授对该丛书在中国出版给予极大关注.

本书《模糊集与模糊信息粒理论》是扎德教授的第三本论文集.扎德教授的第一本论文集《模糊集与应用》是由美国 Yager 等 4 位教授编辑并由美国的 John Wiley 出版社于 1987 年出版,当时还是为庆祝扎德教授于 1965 年发表的论文《模糊集》20 周年纪念日.扎德教授的第二本论文集《模糊集、模糊逻辑和模糊系统》是由美国的 Klir 教授和留美中国学者袁波博士编辑并由新加坡的 World Scientific 于 1996 年出版.当时还是庆祝扎德教授于 1965 年发表的论文《模糊集》30 周年纪念日.前二集的英文版论文集为所有模糊集论及应用感兴趣的学者和工程师提供了极为有用的参考文献.

考虑到中国具有广大的模糊数学和工程的读者群,我们认为出版中文版精选扎德教授论文集《模糊集与模糊信息粒理论》意义重大.我们相信,它将对中国的模糊数学理论研究和实际应用起到积极的推动作用.本书收集了扎德教授最有影响的代表作及其他的原始的和发展的理论体系,这些论文包括扎德教授 1965 年的《模糊集》;1971 年的《模糊系统》;1973 年至 1976 年的《语言变量和近似推理》;1979 年的《模糊集与信息粒理论》;1986 年的《广义赋值语句和知识表达》;1996 年的《软计算》,上述的扎德教授的

《模糊集论》理论体系分布于本书的五大部分及其 12 章中.

我们对王绪柱教授、任鲁川博士、陆余楚先生、魏光美女士、张玉平博士、彭放英女士、徐杨教授、沈烨、张晓宇、白海玲和蔡雪鹏深表谢意. 他们参加了《模糊集与模糊信息粒理论》一书部分章节的翻译、审校工作, 或参加了有关章节译文的整理工作. 最后我们对扎德教授对本丛书的关注及对本书出版的版权帮助致以感谢.

借本书出版之际, 作为本丛书主编, 我们谨向北京师范大学出版社全额资助出版该套丛书表示衷心感谢.

阮达

比利时核能研究中心

黄崇福

北京师范大学

1999 年 10 月

致读者说明

如同在前言中已述,本书是扎德教授的第三本论文集. 第一本论文集原名 *Fuzzy Sets and Applications* 编者: Ronald R. Yager, Sergei Ovchinnikov, Richard M. Tong 和 Hung T. Ngugen, 由 John Wiley 出版社出版于 1987 年. 第二本论文集原名 *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems* 编者: George J. Klir 和 Bo Yuan. 由 World Scientific 出版社出版于 1996 年. 本书精选扎德教授 11 篇代表作由北京师范大学出版社于 2000 年同时出版英文版和中文版. 第 12 章来自于一份绪言, 严格来讲不能算是一篇代表作, 但我们觉得很有意义, 故选来放在本书中一同出版.

致 谢

本书十二章节来自于以下十二篇文献,有关的重印(英文)和翻译(中文)版权均获有关出版社的许可,为此我们感谢所有提供文献的出版社.

Academic Press:

第一章 “Fuzzy Sets.” Information and Control, vol. 8, no. 3, page 338~353, 1965

第七章 “A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts.” Internat. J. Man-machine study, vol. 8, page 249~291, 1976

Elsevier Science:

第四章 “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I.” Information Sciences, vol. 8, no. 3, page 199~251, 1975

第五章 “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning II.” Information Sciences, vol. 8, no. 4, page 301~359, 1975

第六章 “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning III.” Information Sciences, vol. 9, page 43~80, 1975

第八章 “Fuzzy sets and information granularity.” In: M. M. Gupta, R. K. Ragade and R. R. Yager, eds., Advances in Fuzzy Set Theory and Applications. North-Holland, New York, page 3~18, 1979

第十一章 “Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic.” Fuzzy Sets and Systems, vol. 90, no. 2, page 111~127, 1997

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):

第三章 “Outline of a new approach to the analysis of complex system and decision processes.” IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 1, no. 1, page 28~44, 1973

第十章 “Fuzzy Logic = computing with words.” IEEE Trans. On Fuzzy Systems, vol. 4, page 103 ~ 111, 1996

Oxford University Press Inc. :

第二章 “Towards a theory of fuzzy systems.” In: R. E. Kalman and N. Declaris, eds., Aspects of Networks and Systems Theory. Holt, Rinehart & Winston, New York, page 469~490, 1971

Springer Verlag:

第九章 “Outline of a computational approach to meaning and knowledge representation based on the concept of a generalized assignment statement”

In: M. Thoma and W. Wyner, eds. , Proc. of the
International Seminar on AI and Man-Machine
Systems. Springer-Verlag, Heidelberg, page 198~
211, 1986

第十二章 “What is soft computing.” Soft Computing,
vol. 1, no. 1, (Preface), 1997

洛特菲·扎德(Lotfi A. Zadeh)简历

洛特菲·扎德(Lotfi Zadeh)于1959年任教于伯克利(Berkeley)加利福尼亚大学(California)电子工程系,并在1963年至1968年担任该系系主任,之前他是哥伦比亚大学(Columbia)电子工程学院成员.1956年,他在新泽西州(New Jersey)的普林斯顿(Princeton)研究所任访问学者.此外,他具有很丰富的访问学者经历,包括在1962到1968年之间的麻州理工学院(MIT)的电子工程学院访问教授;1968年、1973年和1977年的加州圣伽西(San Jose—美国硅谷的中心地区)IBM研究实验室的访问科学家;1981年的国际SRI人工智能中心的访问学者;1987年至1988年的斯坦福大学(Stanford)语言和信息研究中心的访问学者.目前他是加州大学伯克利分校电子工程和计算机系教授,并担任加州大学伯克利分校研究生院院长和伯克利软计算研究中心主任(BISC).

扎德博士在1965年之前的主要研究工作是系统理论和决策分析,自从1965年,他的研究兴趣转到了模糊集论及其在人工智能、语言学、逻辑、决策论、控制论、专家系统和神经网络的应用.目前,他的研究课题集中于模糊逻辑、软计算和词汇参予的计算.作为德黑兰大学(Teheran),MIT和哥伦比亚大学校友,扎德博士是著名IEEE,AAAS,ACM和AAAI,及美国工程学会的成员,他在1973年获IEEE教育奖章和在1984年获IEEE百年纪念奖章,在1989年扎德博士荣获本田基金会的本田奖.

扎德博士于1992年荣获IEEE Richard W. Hamming 奖章,此奖章表彰他对信息科学和系统包括模糊集论的学术贡献,他在

1992 年成为苏联自然科学院外籍院士(计算机与控制系统)并获国际人工智能基金会人工智能特别贡献证书. 同年他荣获 Kampe de Feriet 奖章并成为奥地利控制研究协会名誉会员.

扎德博士于 1993 获 Rufus Oldenburger 奖章, 此奖章由美国机械工程协会表彰他对系统理论、决策分析、模糊集论及其在人工智能、语言学、逻辑、专家系统和神经网络的应用的学术贡献. 他同时获 Grigore Moisil 奖, 此奖表彰他的基础研究, 并且在第二届国际模糊理论和技术学术会上获第一个最佳论文奖. 扎德博士在 1995 年荣获 IEEE 荣誉奖章, 以表彰他的模糊逻辑先驱发展及其许多不同领域的应用. 扎德博士于 1996 年获 Okawa 奖, 以表彰他通过模糊逻辑的发展与应用对信息科学的杰出贡献.

扎德博士在 1997 年获捷克科学院的 B. Bolzano 奖章以表彰他对模糊数学取得的杰出成就, 同年他荣获 IEEE-SMC J. P. Wohl 杰出生涯成就奖章, 作为李光耀的贵客, 他在新加坡的国立大学及南洋技术大学讲学, 并在葡萄牙里斯本大学作 Gulbenkian 基金会的访问教授.

扎德博士已获 8 个名誉博士学位(不包括 1997 年之后), 这些名誉博士学位由下述单位授予: 法国多路斯(Toulouse)的 Paul-Sabatier 大学, 美国纽约州立大学, 德国的 Dortmund 大学, 西班牙的 Oviedo 大学和 Granada 大学, 加拿大的 Lakehead 大学, 美国的 Louisville 大学, 阿塞拜疆的 Baku 国立大学和波兰的 Silesian 技术大学. 扎德博士发表了将近 200 篇科学论文并任 50 多个国际杂志的编委成员, 他是美国邮政部技术顾问部成员; Santa Barbara 加州大学电子计算机顾问, Texas A&M 大学模糊逻辑研究中心顾问, 罗马尼亚模糊系统和人工智能教育研究中心顾问, 国际一般系统研究所高级顾问及国际神经网络协会高级顾问, 他还是日本生物医学模糊系统协会和西班牙模糊逻辑与技术协会名誉主席.

扎德博士的通信地址是：

Dr. Lotfi A. Zadeh

Berkeley Initiative in Soft Computing (BISC)

Computer Science Division

Department of EECS

University of California

729 Soda Hall

Berkeley, California 94720-1776 USA

目 录

第一部分 模糊集	(1)
第一章 模糊集	(1)
1.1 引论	(1)
1.2 定义	(2)
1.3 $\cap, \cup$ 和补的一些性质	(5)
1.4 模糊集上的代数运算	(7)
1.5 凸性	(10)
参考文献	(18)
第二部分 模糊系统	(19)
第二章 模糊系统理论	(19)
2.1 引 言	(19)
2.2 模糊集的基本特征	(21)
2.3 系统、集成及其状态	(25)
2.4 模糊系统的状态方程	(26)
2.5 模糊系统和模糊算法	(35)
2.6 集成的概念	(38)
参考文献	(41)
第三章 复杂系统分析和决策过程的一种新方法	(43)
3.1 引言	(43)
3.2 模糊集合相关性性质的综述	(48)
3.3 语言阈值	(55)

3.4	语言变量值含义的计算	(58)
3.5	模糊条件语句和推理的合成规则	(62)
3.6	模糊算法	(68)
3.7	结束语	(80)
	参考文献	(81)
第三部分	语言变量和近似推理	(85)
第四章	语言变量概念及其在近似推理中的应用(一)	(85)
4.1	导论	(85)
4.2	变量的概念	(95)
4.3	模糊集合及扩展原理	(105)
	参考文献	(130)
第五章	语言变量概念及其在近似推理中的应用(二)	(136)
5.1	模糊变量的概念	(136)
5.2	语言变量的概念	(147)
5.3	语言真值变量和模糊逻辑	(165)
	参考文献	(187)
第六章	语言变量概念及其在近似推理中的应用(三)	(194)
6.1	语言概率及模糊集合上的平均	(194)
6.2	合成推论规则及近似推理	(207)
6.3	结束语	(227)
	参考文献	(228)
第四部分	模糊计算法则和信息粒论	(235)
第七章	定义复杂或不精确概念的模糊算法技术	(235)

7.1	引言	(236)
7.2	原子问题	(241)
7.3	合成问题及其表示	(252)
7.4	分枝调查表	(262)
7.5	分枝调查表的构造	(268)
7.6	结束语	(277)
	参考文献	(277)
	附录	(285)
第八章 模糊集与信息粒		(292)
8.1	引言	(292)
8.2	信息粒度和可能性分布	(295)
8.3	粒状证据分析	(301)
8.4	结束语	(309)
	参考文献	(309)
第九章 基于广义赋值语句的语义和知识表示的计算方法		
	概述	(315)
9.1	引言	(315)
9.2	语义表示	(320)
9.3	推理	(324)
	参考文献	(327)
第五部分 软词语计算		(333)
第十章 模糊逻辑=词语计算		(333)
10.1	引言	(333)
10.2	什么是词语计算	(334)
10.3	模糊约束的表现及其标准形式	(340)
10.4	模糊约束繁殖以及模糊逻辑中的推断规则	(345)
10.5	结论	(350)

参考文献	(350)
第十一章 模糊信息粒理论及其在人类推理和模糊逻辑中的中心地位初探	(356)
11.1 序言	(357)
11.2 引言	(358)
11.3 广义约束的概念	(367)
11.4 模糊粒化的分类	(371)
11.5 模糊图	(378)
11.6 一般意义下的模糊粒化	(384)
11.7 结束语	(388)
参考文献	(390)
第十二章 什么是软计算	(395)
编译者后记	(399)
参考文献	(400)