

模糊数学及其运用丛书

心理学中的模糊集分析

FUZZY SET ANALYSIS FOR PSYCHOLOGY

马谋超 编著



贵州科技出版社

责任编辑:张相匀
封面设计:石俊生
技术设计:张 章

黔新登(90)03 号

心理学中的模糊集分析

马谋超 编著

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550001).

贵阳云岩科技书刊印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092 毫米 32 开本 8.5 印张 180 千字

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—2000

ISBN7—80584—413—5/O·016 定价:12.70 元

《模糊数学及其应用丛书》

资 助 单 位

贵州科技出版社

海南省粮油贸易公司

北京爱普亚太电子有限公司

中国人民解放军国防科学技术大学

贵州师范大学

中外合资贵州永兴电子仪表公司

贵阳大光五金站 吴石川

西南交通大学智能控制开发中心

《模糊数学及其应用丛书》

编辑委员会

主 编

刘应明 (国务院学位评审员, 国家级有突出贡献的科学家, 博士导师, 四川大学副校长, 国际模糊系统协会(IFSA)副主席)

汪培庄 (国家级有突出贡献的优秀专家, 博士导师, 北京师范大学教授, 新加坡大学客座教授, 国际模糊系统协会(IFSA)理事, IFSA 中国分会主席)

陈世权 (贵州省有突出贡献的优秀专家, 贵州师范大学软科学研究室主任, 研究员)

编 委 (按姓氏笔划为序)

王光远 (中国工程院院士, 国务院学位评审员, 黑龙江省特级劳动模范, 博士导师, 哈尔滨建筑工程学院工程理论研究所所长, 教授)

王国俊 (国家级有突出贡献的优秀专家, 博士导师, 陕西师范大学校长, 教授)

任 平 (暨南大学经济数学教研室主任, 教授, 日本神户大

学客座教授)

吴从炘 (航空航天部有突出贡献的优秀专家, 博士导师, 哈尔滨工业大学数学系主任, 教授)

吴望名 (上海师范大学数学系主任, 教授)

张文修 (西安交通大学研究生院副院长, 教授)

郭桂蓉 (博士导师, 中国人民解放军国防科技大学副校长兼研究生院院长, 教授)

前 言

自从美国扎德(L. A. Zadeh)教授于 1965 年建立模糊集合论以来,由于它在处理广泛存在的一种不确定性——模糊性方面的成功,它在处理复杂系统方面的简捷与有力,在某种程度上弥补了经典数学与统计数学的不足,越来越受到欢迎。在这种背景下,随着模糊工程的开发和应用,模糊技术产品的广泛利用,日本于 1990 年将本田(Honda)奖授予了扎德教授,以表彰这一新方法论的成功。

20 多年来,这一新的数学方法从理论到应用,从软技术到硬技术,都有了很大的发展,得到了越来越多的人的关心和支持,他们迫切希望了解这一新方法的研究与进展。在贵州科技出版社等单位的大力支持下,国际模糊系统协会中国分会(China Chapter of IFSA)和全国模糊数学与模糊系统学会组织编辑了《模糊数学及其应用丛书》。

这套丛书选编了一批学术性较强、应用性较好的模糊数学及其应用的专著,这些专著基本上反映了当前国际和国内水平。这些专著均是执笔者多年研究的成果,反映了当前国际同行的动态,其中多数属国家自然科学基金资助项目和国家 863 高技术计划项目。

我们相信这套丛书的出版,将对国内外模糊数学及其应用的研究与发展起到很好的推动作用。

刘应明

1991. 9

内 容 提 要

本书从大量的心理事实出发,讨论了心理模糊性及其检测方法与量化问题。主要内容包括心理物理量的模糊模型、感觉属性的模糊评价、心理过程,诸如识别、记忆与推论的模糊描述、模糊概念理解的动态特点和模糊多因素分析等。在这本书中,介绍了作者多年的科研成果,同时也概述了国内外同行的有关工作。适合于心理学、行为学、社会学及人文科学的专业工作者阅读。

Fuzzy Set Analysis for Psychology

Synopsis

This book would discuss psychological fuzziness and related methodology, based on a lot of psychological facts. The main contents include a fuzzy model of psychophysical threshold, fuzzy evaluation of sensory attributes, fuzzy presentation for psychological processes e. g. recognition, memory and reasoning, characterization of dynamics of comprehensive fuzzy concepts, and fuzzy multiple factor analyses et. al. , which are the results obtained by present author and others for years. It might be profitable to read The book for researcher and teacher and others in psychology, behavioral and human sciences.

编写说明

《心理学中的模糊集分析》一书,考虑到心理学界和非数学界的读者朋友们对模糊数学背景知识掌握不多,特地用了一些篇幅介绍这方面的内容,包括模糊集的有关概念、性质等。本书深入浅出地阐述了心理学中普遍存在着的模糊性这一事实。书中用大量章节介绍了作者多年来应用模糊集思路和方法于心理现象研究中所取得的研究成果。这些研究既发展了心理学的方法学,又为模糊数学补充了新的营养。本书还介绍了近年来在心理学中应用模糊集的最新国内外动态和研究成果。书中的第五、八章由陈毅文同志撰写。本书除了个别章节外,采用了描述性的表达方式,很适宜非数学专业读者阅读,其内容对于软科学工作更有助益。鉴于水平有限,书中难免有一些错误,望读者批评指正。

作者

中国科学院心理研究所

1993.7.8

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 心理模糊性(Psychological Fuzziness)	(1)
第二节 心理模糊性的特征	(8)
第三节 人脑的独特智能——“模糊”反映	(18)
第四节 汉字书写体识别的模糊途径	(26)
第二章 处理模糊性的数学工具——模糊集合论	(33)
第一节 概念与集合	(33)
第二节 模糊集合与隶属函数	(44)
第三章 可能性及其模糊表达	(61)
第一节 可能性与相容性函数	(61)
第二节 建立隶属函数的心理学途径	(69)
第三节 心理模糊统计试验	(79)
第四章 语义量化的经验研究	(86)
第一节 词义的量化理论与方法	(87)
第二节 词义赋值的模糊统计试验与分析	(96)
第三节 修饰词义的模糊表达及其经验评定	(105)
第五章 模糊数量化理论及其应用	(115)
第一节 数量化理论的基本概念	(115)
第二节 数量化理论 I	(117)
第三节 模糊数量化理论 I	(122)
第四节 数量化理论 II	(128)
第五节 模糊数量化理论 II	(137)

第六节 小结	(144)
第六章 心理物理量的一种模糊理论	(146)
第一节 心理物理量特性及其理论模型	(147)
第二节 心理物理阈限的模糊理论	(154)
第三节 临界闪烁频率(CFF)模糊模型及其应用	(161)
第七章 心理量表的一种模糊集方法	
多级估量法及其应用	(167)
第一节 评估中的语词与数字反应方式效果的比较	(167)
第二节 新型类别量表——多级估量表	(171)
第三节 多级估量表的发展与应用	(181)
第八章 模糊排序及其应用	(188)
第一节 等级排列法	(188)
第二节 定性排序定量转化法	(189)
第三节 对偶比较法	(192)
第四节 模糊优先关系定序法	(194)
第五节 对偶优先关系定序法、相对比较法和对比平均法	(197)
第六节 传递闭包法与直接排序法、比赛法	(201)
第七节 模糊偏序排序法	(204)
第八节 小结	(208)
第九章 心理模糊决策试验及其数学模型	(210)
第一节 建构心理活动数学模型的一般知识	(210)
第二节 广告作品评价模型的试验研究	(215)
第三节 喜爱决策模型的试验	(219)

第十章 记忆与思维的模糊分析.....	(231)
第一节 两种量化指数的比较试验与分析.....	(231)
第二节 记忆、思维的模糊模拟试验	(238)
第三节 模糊推理及其应用.....	(247)

第一章 总 论

在心理现象的领域里,模糊性(Fuzziness)的涵义是什么?它有哪些重要特点?在人类的反映活动中起着什么作用?这些都是人们关心的基本问题。在本章中,将逐一进行讨论。

第一节 心理模糊性(Psychological Fuzziness)

1-1-1 心理模糊性概念

客观世界存在着许许多多的差异。有些差异有明确的界线,对它们分类是很容易的。比如,人们根据感觉的性质,可以很容易地把条件不同的感觉分成外部的和内部的。外部的又可再分为视觉、听觉、嗅觉、味觉和皮肤觉。但是,有些差异却没有明确的界线,从差异的一端到差异的另一端,中间经历了一个从量变到质变的连续变化过程,即有中介过渡性。这种中介的过渡性给人的反映活动带来了一种不确定性。

为了表征这一点,让我们来考察一下关于青年学生对汉字特征的识别^①。

有关的研究利用了“日”与“曰”一对汉字作为试验变量。

^① 马谋超、汪培庄:“关于青年学生对汉字特征的识别,同构异字识别规则初探”,心理学报,1981,N. 3,pp311~316。

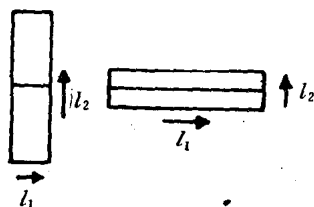


图 1-1 L_1/L_2 的两极端变化字体

鉴于这对汉字有着相同的结构,因此,只要变化构成字的笔划比率,即宽与高之比,就可观测到学生们识别的变化。图 1-1 为一系列 L_1 与 L_2 之比的两个极端。每个 L_1 与 L_2 之比所构成的字体,受试者都得回答是“日”或是“日”,以及有多大把握(把握程度取值于 0 与 1.0 闭区间)。相应地得到了确认率和反应肯定度曲线,如图 1-2 与图 1-3 所示。

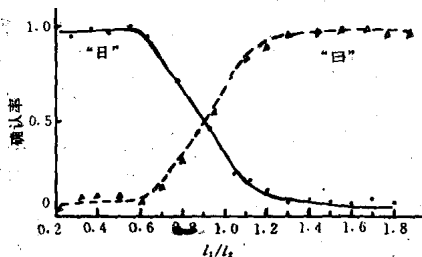


图 1-2 “日”与“日”的确认曲线

从图 1-2 与图 1-3 中,我们可以清楚地看到,随着字的笔划 L_1 与 L_2 的比率变化,即字形由竖长方形向扁长方形变化,学生们对“日”的确认率也就随之下减,至 $L_1/L_2 \approx 0.9$ 时,出现了似“日”又似“日”的现象,此比率再继续增大,“日”的确认率下降至零,而对“日”的确认率则越来越接近于

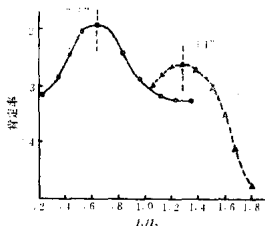


图 1-3 对“日”字反应的肯定度曲线

100%。当 L_1/L_2 比值在 0.6 至 1.3 之间,正是由量变到质量(日字向日字变化)的中间过渡阶段,学生们识别为“日”的把握程度,也由高至低变化。这一科学事实证实恩格斯的这样一个论断:“辩证法不知道什么绝对分明和固定不变的界限,不知道什么无条件的非此即彼,它使固定的形而上学的差异互相过渡,除了非此即彼,又在适当的地方承认亦此亦彼,并且使对立互为中介”。“一切差异都在中间阶段融合,一切对立都经过中间环节而相互过渡”。

从上述的科学事实及其所作的分析,使我们对心理模糊性的内涵有了了解,并有可能作出如下定义:心理模糊性是人脑反映客观差异的中介过渡性所产生的一种不确定性。

这种不确定性在心理现象领域里是大量存在的。比如,儿童心理发展阶段的划分^①。依照儿童心理发展矛盾运动的特点和主导活动的变化,分为如下六个阶段:

- (一) 婴儿期(1 岁前)
- (二) 前幼儿早期(1~3 岁)
- (三) 幼儿期(3~6、7 岁)

① 许政援等“儿童发展心理学”,1987 年,第 71 页,吉林教育出版社。

(四)童年期(6、7~11、12岁)

(五)少年期(11、12~14、15岁)

(六)青年初期(14、15~18岁)

在这里,人们可以看到这样一点,就是每个阶段的年龄划分,并非截然,而是彼此都有一些年龄的交叉。之所以是这样,正如该书作者所解说的那样:“儿童心理发展既有阶段性,又有连续性。在看到儿童心理发展的阶段性的同时,必须看到它的连续性。下一阶段的一些特征在上一阶段末尾已开始萌芽,而上一阶段的一些特征在下一阶段开始时常常还留有痕迹。就同一发展阶段说,一开始和末尾也是有很大变化的。例如,我们说形象思维是幼儿期思维的特点,但在幼儿期初期还留有上一阶段直觉行为思维的特点;另一方面,在幼儿期末尾则已开始有抽象思维的萌芽。”^①

上述例子解说了心理模糊性概念的内涵,这一定义反映了当代模糊科学对模糊性概念的主导见解。此外,特别值得说明的是,心理模糊性概念也常常被用来描述另一种反映的不确定性。它不是来自于对客观差异中介过渡性的反映,而是来自于对刺激反应的把握程度,亦称为反应肯定度(Certainty)或自信度(Confidence)。比如,在心理物理阈限的测试中,受试者对于阈限附近的刺激值与远离阈限的刺激值所作的反应,即便都同类,如“有”或“无”反应,其反应的肯定度是决不会一样的。反应肯定度,对描述心理活动的全貌是很有意义的。例如,有一位热心的“红娘”给一位未婚男士介绍女朋友。说是自己认识两位姑娘,都很好,不过其中的一位是同事介绍

① 许政援等“儿童发展心理学”1987年,第67页,吉林教育出版社。

刚认识的,另一位倒是从小看着长大的。试问,“都很好”的评语对那位男士能起到相同的心理效果吗?回答自然是不一样的。因为虽然是同样的评语,可是藉以作出评语的根据、即可靠性是不一样的。这说明反应肯定度的意义。本作者的许多工作正是沿着这一方向做的。

1-1-2 模糊性有别于不准确性、不清晰性

在心理学术语中,与模糊性含混的还有不准确性,或未分化和不清晰性。为了解说,我们先来考察所述的不准确性与不清晰性的实际描述。

作为不准确性反应的典型实例,可以例举婴儿的那些未分化的反应。儿童心理学的研究已经揭示,婴儿最初对外界的动作反应是未分化的“整套的活跃反应”,如一二个月的婴儿,当成人走近他,逗弄他时,就会引起他全身性的乱动,手脚不停地挥舞。另外,一岁至一岁半的幼儿说话特点常表现为一词多义或以词代句,如“凳凳”一词,可以代表“拿凳子给我坐”,“请你坐在凳子上”,“把凳子拿开”,“哥哥抢走了我的凳子”等等。

作为不清晰性的典型例子可以例举微光照明下,或阅读的书刊本身,由于质量引起的视知觉不清晰的反应。

当然,在日常用语中还会遇到类似的语词,比如,“态度暧昧”。上述种种词语所描述的经验现象,尽管与心理模糊性多少有关联,但是,根据前面的定义,它们均不属于客观差异的中介过渡性所引起的不确定性范畴,因此,也就不作为本书所讨论的对象。