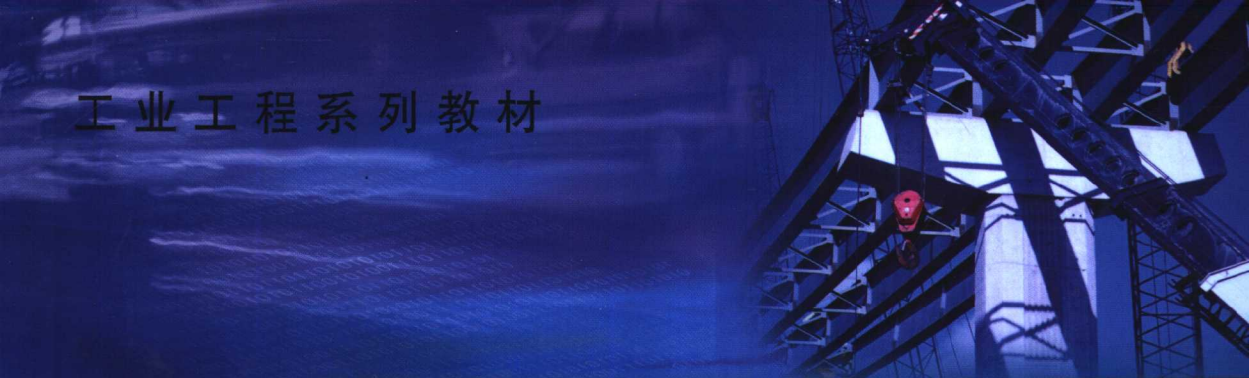




工业工程系列教材

G O N G Y E G O N G C H E N G

上海汽车工业教育基金会 组编

工程管理的模糊分析

● 朱训生等 编著

● 上海交通大学出版社 ●

上海汽车工业教育基金会资助
工业工程系列教材

工程管理的模糊分析

朱训生等 编著
上海汽车工业教育基金会 组编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书为工业工程及管理专业而编写。本书的特色之一是对概念和原理作明确和清晰的阐述,但不作深奥的数学论证,读者学习后能认识到客观世界中存在大量的模糊事物,初步树立起一种新的思维方式和处理模糊事件的能力;二是紧密结合工业工程实际,每章有工业工程实例,学员学习后初步能应用模糊原理来解决工业工程中实际问题,从而为进一步在模糊理论方面的学习及其在工业工程与管理方面的应用打下基础。本书第一部分介绍事物的模糊性及其处理的基本原理,极自然地由经典集合论过渡到模糊集合论,进而阐述了隶属函数的确定。第二部分介绍模糊理论最基本的概念与方法——模糊模式识别、模糊聚类分析、模糊综合评判、模糊工程管理控制、模糊预测与决策等。最后简要介绍模糊技术的新进展。本书可供大专院校工业工程与管理专业的高年级学生或研究生作教材,也可作其他专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程管理的模糊分析/朱训生等编著. —上海:上海
交通大学出版社, 2004
(工业工程系列教材)
ISBN 7-313-03734-1

I.工… II.朱… III.工业工程—管理—分析—
教材 IV.TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046743 号

工程管理的模糊分析

朱训生等 编著

上海汽车工业教育基金会 组编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市华通印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:13 字数:214 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~2050

ISBN7-313-03734-1/TB·065 定价:19.00 元

版权所有 侵权必究

工业工程系列教材编委会

主任： 翁史烈

委员：（以姓氏笔画为序）

宋国防 胡宗武 徐克林 钱省三

诸葛镇 秦鹏飞 韩正之

总 序

作为市场经济产物的工业工程学科,在美国的发展已有 100 年的历史,它在西方国家的工业化进程中和改善经营管理、提高生产率等方面都发挥了很大的作用。近 10 多年来,随着商业竞争的加剧,国际市场和全球化制造态势的形成,企业和商家纷纷寻求进一步改善经营管理的方法,试图建立自己的核心竞争力,以便在剧烈的竞争中取胜。企业和商家的这些努力是与管理专家的研究结合在一起的,这样就大大地推动、丰富了工业工程和管理学科的发展和内容的更新。

虽然在上世纪三四十年代,交通大学等一些大学曾设立过与工业工程类似的学科,但解放后随着计划经济的实施,这个学科也就取消了。这样,这个学科在我国的研究和应用就停滞了 30 多年。改革开放后,在原机械工业部的积极推动下,我国从 1989 年开始引进工业工程的管理方法,并在一些企业试行,取得了明显的经济效果。西安交通大学、天津大学等高校率先于 1992 年开始招收工业工程专业的本科生。随后,我国一些大学陆续设立这个专业,至今全国已有 70 多所高等学校设有这个专业;这个专业的硕士和博士生也在培养之中。但是,正由于我们起步较晚,无论在工业工程的应用还是人才培养等方面都落在先进国家的后面。

上海汽车工业(集团)总公司是一个现代化的大型企业集团,集团公司所属的许多生产厂不但拥有现代化的设备,而且也努力推行现代的管理方法。在实践中,他们深感缺乏既懂工程又懂管理的复合型人才。为了广泛普及现代的管理方法,公司的高层领导把员工的教育和培训摆到了重要的地位。他们除经常举办短期训练班普及现代管理知识外,还委托上海交通大学连续举办了几届“工业工程”专业工程硕士班。为了解决硕士班的教材,他们引进了部分国外最新教材,供上课老师使用。

为了支持工业工程专业人才的培养,解决工业工程专业的教材问题,由上汽集团及所属企业捐资组建的“上海汽车工业教育基金会”,从 2000 年起就开始研究资助这个专业教材的编写和出版问题。经上海汽车工业教育基金会与上海交通大学出版社共同策划,并先后与上海交通大学、同济大学、东华大学、复旦大学、上海大学和上海理工大学等校工业工程系老师座谈、讨论,于 2001 年 8 月正式成立了“工业工程系列教材编委会”,制订了系列教材编写和出版计划。按照这个计划,系列教材共计 14 种,由 2002 年起分 3 年出版。基金会拨出专款资助

系列教材的编写和出版。我们对上海汽车工业教育基金会给予工业工程专业教育的支持表示感谢。

在确定系列教材的选题时,我们主要考虑了以下原则:一是特色,要有工业工程学科的特色,选题应确属工业工程学科的课程,对一些可与其他学科共用的教材则不再列入;二是精选,编写内容应精选该学科公认的、经典的基本原理和方法,以及先进的管理理念,对一些尚有争论的观点则不予论述;三是实践,遴选的编著者应对该课程有丰富的教学实践经验,并在教材中尽可能地反映企业解决工业工程问题的实际案例。经过认真研究,我们确定了下列选题:工业工程——原理、方法与应用,生产计划与控制,物流工程与管理,现代制造企业管理信息系统,以上为第一批;人因工程,质量管理,决策支持系统,复杂系统解析,工程管理的模糊分析,制造系统建模与仿真,以上为第二批;工程经济学,工作研究,项目管理,工业工程计算方法(暂定名),以上为第三批。

参加这套系列教材编写的是上面提到的这几所大学的老师们,他们都是相应课程的任课教师。他们根据自己教学过程中反复修改过的讲稿,又参考了国内外的相关文献,在较短的时间内完成了教材的编写。他们精选教材内容,配以实例讲解,使学生易于掌握;同时,他们也力图将最近几年工业工程的最新研究成果做简要的介绍,使学生接触本专业的前沿。但是,由于编写时间比较仓促,编写者们的经验又各不相同,本系列教材的质量和水平一定是参差不齐的,也一定会存在一些缺点,希望能得到读者的批评和指正。特别要说明的是,在我们筹划这套系列教材的时候,“高等院校工业工程专业教材编审委员会”组编的7种教材尚未出版,当我们的编者拿到这7种教材时,我们的第一批4本书稿已形成初稿,但编者仍然会从中得到启迪。

在工业工程系列教材第一批教材正式出版之际,我们深感欣慰,并对辛勤工作的老师们表示感谢。祝愿工业工程学科在教育界、工程界同仁的关怀下茁壮成长。

工业工程系列教材编委会主任
中国工程院院士



2002年8月

前 言

1965年,美国加利福尼亚大学控制论教授查德(Zadeh)发表了著名论文“Fuzzy sets”(模糊集),为人们处理现实世界中的模糊对象和模糊概念奠定了基础。随着理论研究和应用研究的深入,人们先后尝试着用模糊理论解决各类实际问题,出现了模糊技术。近40年来模糊理论发展极其迅速,几乎经典数学的所有分支都有对应的模糊数学分支出现,而模糊技术也极其广泛地应用到多种多样的领域。不少行业已出版了模糊技术在该行业应用的专门书籍。工业工程与管理是模糊技术应用的重要领域,在这方面的论文非常多,但是尚无这方面的专著和教材。本书就是应上海汽车工业教育基金会工业工程系列教材编委会的委托,为工业工程与管理专业的研究生和高年级本科生而编写的。

上世纪90年代以来,编著者除完成多项模糊技术的应用课题外,还在中国人工智能学会模糊分析设计学会主持的多次讲习班上,向主要来自于工厂的工程师们讲授模糊技术的应用,以后又向上海交通大学机械工程系的多届研究生讲授模糊技术在机械工程中的应用,本书就是在这些实践的基础上总结编撰而成。

本书的编著者根据多次参加工业工程系列教材编委会会议的精神,结合科研、教学和应用实践的体会,确定本教材按以下指导思想编写:一是不作深奥的数学论证,但原理与概念必须明确,思路必须交代清楚;读者学习后能认识到客观世界中存在大量的模糊事物,初步树立起一种新的、与传统经典数学完全不同的处理模糊事件的思维方式和能力。二是紧密结合工业工程实际,每章介绍理论后,附有工业工程与管理的实例;学员学习后初步能应用模糊原理来解决工业工程与管理中的实际问题。从而为进一步在模糊理论方面的学习及其在工业工程与管理方面的应用打下基础。三是材料编排循序渐进,由浅入深,使只要学过工程数学的读者都可看懂,学起来有兴趣。本书第一部分介绍事物的模糊性及其处理的基本原理,极自然地由经典集合论过渡到模糊集合论,进而阐述了隶属函数的确定(第1章到第3章);第二部分介绍模糊理论最基本的概念与方法——模糊模式识别、模糊聚类分析、模糊综合评判、模糊工程管理控制、模糊预测与决策等(第4章到第8章);最后简要介绍模糊技术的新进展(第9章)。本书可供大专院校工业工程与管理专业的高年级学生或研究生作教材,也可作其他专业的参考书。

本书的编写大纲初由朱训生与李征执笔,根据工业工程系列教材编委会讨

论的意见,又经朱训生多次修改后获通过。编写分工如下:第2,3,4,6章由朱训生编写;第7,8,9章由李征编写;第5章由金永红编写;第1章由朱训生、李征编写;全书由朱训生统稿。本书的编写除吸收编著者某些研究成果外,还参考了众多专著、教材与论文,在此一并致以深切的感谢。同时也深深感谢工业工程系列教材编委会的指导,感谢研究生为本书所做的资料收集与整理。

编著者

2004年4月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 模糊性的客观基础及哲学基础	1
1.2 模糊性的数学描述	2
1.3 模糊理论与技术的兴起	2
1.3.1 工程与管理模糊分析的发展背景	3
1.3.2 工程与管理模糊分析的基本特点	4
1.4 模糊技术的应用现状	5
第 2 章 经典集合论到模糊集合论	6
2.1 经典集合、映射和模糊集合	6
2.1.1 经典集合与模糊集合的概念	6
2.1.2 经典集合与模糊集合的表示法	8
2.2 两类集合的运算	11
2.2.1 经典集合运算的概念	11
2.2.2 经典集合交、并运算的真值表	12
2.2.3 经典集合特征函数的运算性质	13
2.2.4 模糊集合运算的概念	13
2.2.5 经典集合及模糊集合运算的法则	14
2.2.6 广义模糊算子	15
2.3 直积和关系	17
2.3.1 直积	17
2.3.2 普通关系及其表示法	17
2.3.3 模糊关系及其运算	19
2.3.4 关系的合成	22
2.4 模糊集合与经典集合的联系	24
2.4.1 截集和阈值	24
2.4.2 截矩阵	25

第3章 隶属(度)函数的确定	28
3.1 确定隶属(度)函数的原则	28
3.2 用统计方法求隶属函数	30
3.3 用二元对比排序法求隶属函数	32
3.3.1 对比平均法	32
3.3.2 相对比较法	34
3.4 模糊分布	35
3.4.1 常用的模糊分布	36
3.4.2 常用的隶属函数	37
第4章 模糊模式识别	47
4.1 模糊模式识别的概念	47
4.2 个体识别——最大隶属度原则	48
4.3 群体识别——最大贴近度原则	50
4.3.1 模糊子集间的距离	50
4.3.2 模糊子集间的贴近度	51
4.3.3 择近原则	52
4.4 模糊模式识别在建筑管理中的应用	53
第5章 模糊聚类分析	56
5.1 模糊关系合成的性质	56
5.1.1 模糊关系的幂及恒等关系	56
5.1.2 模糊关系合成、模糊矩阵合成的若干性质	57
5.2 分解定理和扩张原理及其一个应用	59
5.2.1 分解定理	59
5.2.2 扩张原理	59
5.2.3 模糊关系合成运算的合理性	60
5.3 关系的自反、对称、传递等性质	61
5.3.1 普通关系的自反、对称、传递性	61
5.3.2 模糊关系的自反、对称、传递性	62
5.3.3 模糊关系的三种性质与普通关系性质之间的联系	64
5.4 模糊等价关系和相似关系	65
5.4.1 普通等价关系及分类	65
5.4.2 模糊等价关系及模糊分类	65

5.5 模糊聚类分析中模糊相似矩阵的建立	68
5.5.1 相似系数法	68
5.5.2 距离法	70
5.5.3 贴近度法	71
5.6 模糊聚类分析中的传递偏差及模糊聚类分析的步骤	72
5.6.1 传递偏差及其量度	72
5.6.2 传递偏差最小化	73
5.6.3 模糊聚类分析的步骤	74
5.6.4 直接聚类法	74
5.7 武器系统的模糊聚类	75
5.7.1 确定刻画武器性能的属性	75
5.7.2 选择度量相似关系的函数并计算相似矩阵	75
5.7.3 根据不同的阈值得出不同的聚类结果	76
5.7.4 对战斗机进行聚类分析	76
第6章 模糊综合评判	79
6.1 综合评判与模糊综合评判	79
6.1.1 传统综合评判法	79
6.1.2 模糊综合评判的引例	80
6.2 一级模糊综合评判	81
6.2.1 一级模糊综合评判的数学模型	81
6.2.2 链轮材料选择的模糊综合评判法	83
6.3 各类算子模型、权重、评判指标及评判矩阵的讨论	85
6.3.1 常用合成算子模型	86
6.3.2 权数的确定	87
6.3.3 评判指标的处理	91
6.3.4 评判矩阵的按行归一化问题	92
6.4 多级模糊综合评判	95
6.4.1 课程设计的评分	95
6.4.2 模糊综合评判评分法与传统评分法的比较	98
6.4.3 新产品方案的二级模糊综合评判	99
第7章 模糊工程管理控制	106
7.1 模糊控制原理	106
7.1.1 模糊控制的基本思想	106

7.1.2	模糊控制系统的组成	107
7.1.3	模糊控制器	108
7.1.4	模糊控制器的设计	114
7.2	模糊知识表示与推理	129
7.2.1	模糊知识表示	129
7.2.2	模糊推理	134
7.3	生产质量的模糊控制	140
7.4	企业资源规划的模糊控制	145
7.4.1	问题的提出	145
7.4.2	实例	145
第 8 章	模糊预测与决策	148
8.1	预测与模糊预测	148
8.1.1	预测的基本特点与步骤	148
8.1.2	模糊预测	148
8.1.3	模糊预测的对象与方法	150
8.2	模糊预测原理、方法及应用	150
8.2.1	模糊预测的隶属函数方法	151
8.2.2	模糊预测的逻辑函数方法	155
8.2.3	可能性分布预测	158
8.2.4	多目标模糊决策的预测方法	163
8.3	模糊决策原理、方法及应用	164
8.3.1	基于综合评判的模糊决策	164
8.3.2	基于统计信息的模糊决策	166
8.4	工程管理中的模糊预测与决策	168
8.4.1	LMRF 模型用于宏观交通流量预测	168
8.4.2	污水处理扩建工程的模糊决策	175
8.4.3	基于模糊决策的供应商选择方法	180
第 9 章	模糊技术的新发展	185
9.1	模糊信息检索	185
9.2	模糊主动知识库	187
参考文献		194

第1章 绪 论

1.1 模糊性的客观基础及哲学基础

人的认识是客观世界在人脑中的反映。为了表达对世界的认识,人类发明了各种符号、语言和文字。

客观世界中存在着大量精确的数量关系,人类从发明记数方法、原始的算术、各种记数符号到引入变量和函数的概念,形成近代数学,用数学符号建立起了一座辉煌的殿堂。传统数学在表示和处理精确的数量关系和空间关系方面有着出色的表现,概率论和统计学的出现,为表示和研究随机现象提供了工具。数学语言是比自然语言更抽象的一种符号语言。然而,自然语言的表现力却更丰富,可以表达人类复杂的思想感情和无法用数字表示的概念。人们在描述自身感受和评价客观对象时往往不是用数字,而是会说诸如“太热”、“温度较高”、“很年轻”、“再加大一些”、“速度还可以”、“性能优良”等。这类语言表达的量不是一个确定的数值,而是含混不清的一定范围;还如在日常生活中,人们谈论身材高矮、体形胖瘦、成熟幼稚、冷暖炎凉、阴晴圆缺等概念,都具有含义不确切、边界不清晰的模糊性。这里,模糊性是指客观事物的差异在中介过渡中所呈现的“亦此亦彼”性,表现为排中律的缺陷,造成事物的边界不清晰(尽管结果已知)。此外,事物之间的关系也可能有模糊性,例如“两个人长得像”就表示一种模糊关系,因为人只能长得与自己完全相同,至于子女像父母,确切程度就很难说清楚了。又如“朋友”这种关系,也很难说清,也不是非此即彼的,也带有模糊性。这种例子举不胜举。这就是模糊性的客观基础。因而早在1923年大哲学家罗素就曾专门论述过模糊性问题:“就以‘红色’这个词开始吧。很显然,由于颜色构成一个连续统,因此颜色有深有浅,对于这些深浅不同的颜色,我们拿不准是否把它们称为红色。这不是因为我们不知道‘红色’这个词的意义,而是因为这个词的适用范围在本质上是确定的。”他又指出“排中律用于精确符号(通常是词)时是正确的;但是当符号是模糊的,排中律就不适合了。事实上,所有的符号都是模糊的。所有描述感觉特性的词,都具有‘红色’这个词所具有的同样的模糊性”。这就是模糊性的哲学基础。

1.2 模糊性的数学描述

19 世纪末康托尔(Cantor)提出的集合论(set theory)是近世数学的基础。随着对客观事物具有模糊性的认识不断深化,人们发现集合论实质上是扬弃了这种模糊性、把人类思维过程加以绝对化而抽象出来的。为了达到精确性的目的,在集合论中,对一个元素是否属于某一子集简单地给予肯定或否定。然而,在很多情况下却并非如此,也就是说,对一个元素是否属于某一子集不是绝对地肯定或否定。1965 年,美国加利福尼亚大学控制论教授查德(Zadeh)发表了著名论文“Fuzzy sets”(模糊集),并引入“隶属函数”的定量描述方法,把对该子集的属于程度用“隶属度”的概念加以描述。这标志着模糊数学这一崭新数学分支的诞生。举一个简单的例子来说,按照目前我国男性的身材状况可作如下规定:身高 1.8 米以上的人属于“高个子”这一子集的隶属度为 1,身高 1.6 米以下的人属于“高个子”这一子集的隶属度为 0,而身高 1.6~1.8 米之间的人按比例给予 $[0,1]$ 中的一个数作为对“高个子”子集的隶属度。例如,身高 1.75 米属于“高个子”子集的隶属度为 0.75,身高 1.7 米属于“高个子”子集的隶属度为 0.5,余类推。这种子集称为模糊子集,而每个元素对模糊子集都有 $[0,1]$ 中的一个隶属度来描述其属于的程度。显然,上述对身材高矮这一模糊概念的描述方式要比简单地把某人说成是高个子或不是高个子更加符合客观实际,并易于为人们的认识规律所接受。

由此可见,正如集合论(set theory)是近世数学的基础,而把对事物模糊性的描述建立在模糊集合论(fuzzy set theory)的基础上、把经典数学中的集合论推广到模糊集合论就构成了模糊数学的基础。实际上,模糊数学反映事物“亦此亦彼”的模糊性,力求从模糊性中去寻找广义的排中律即隶属规律。模糊数学将在精确的经典数学与充满模糊性的现实世界之间架起一座桥梁。值得指出的是,模糊理论并不模糊,而是把模糊的现象用精确的理论来表述,其本质是解模糊。如,“很热”是一个模糊现象,但用隶属函数描述后,它就不再模糊了,“很热”就等于这个隶属函数。拿模糊控制器来说,模糊控制仅是提供了一种设计非线性控制器的途径。因而,Fuzzy 只是一个符号,代表一种新兴技术而已。模糊数学的兴起决不是让数学变成模模糊糊的东西,而是要让数学进入模糊现象这一禁区。敢于向传统数学观念提出挑战,这正是模糊数学具有强大生命力的表现。

1.3 模糊理论与技术的兴起

在分析研究了人的认知过程和思维特点后,查德(L. A. Zadeh)于 1965 年

提出了模糊集理论。这为人们处理现实世界中的模糊对象和模糊概念,以定量的手段解决定性问题提供了基础。随着数学探讨的深入,人们先后尝试着用模糊理论解决现实中的问题,出现了模糊技术。1972年查德提出了模糊控制原理,1974年 Mamdani 首先研制成功了世界上第一台模糊控制器,成功地实现了对蒸汽机和锅炉的控制,开创了模糊控制的先河,也激励了模糊技术的发展。此后,各国纷纷开始进行模糊技术的应用研究,这决非偶然。本书仅就工程与管理模糊分析的发展背景及其基本特点作一分析。

1.3.1 工程与管理模糊分析的发展背景

探究工程与管理模糊分析的发展背景,可以从如下几方面进行考察:

1. 工程与管理中存在大量模糊性

工程分析长期以来受到经典数学的传统影响,其本身由于建立数学模型的近似、过程的简化和本身因素的繁纷复杂等导致各种不确定性。迄今,人们越来越认识到,并非所有的不确定性都具有随机特性的,因此也就不能相应地运用概率论来模仿这种不确定性;也就是说,某些非随机的模糊不确定性在制定合理分析方法中起着重要作用。显然,这类不确定性必须运用模糊集合论加以研究才能奏效。特别是,在某些工程与管理问题中,由于其特别复杂,靠经典数学或概率论根本无法建立数学模型,而人们的思维却有办法处理、模仿和抽象这种思维正是构成了模糊分析的重要内容。由于模糊技术在处理定性的、不确定的和信息不完善的这类问题方面具有显著的优越性,同时,模糊技术模仿了人的思维和处理问题的过程,以较低的代价可获得较优良的性能,因而得到了越来越广泛的应用。

2. 系统复杂性和精确化的互克性

随着科学技术的迅猛发展,各种工程领域都迫切要求数学化、定量化。但是,科学技术的深化意味着研究对象的复杂化,而复杂的事物又难以精确化。电子计算机的出现,在一定程度上解决了复杂化和精确化两者之间的矛盾。然而,正是由于计算机的出现,又使得这一矛盾更加激化。这是因为:一方面,严格的程序要求高度的精确;另一方面,机器所执行的任务又日益复杂。模糊集合论的创始人查德从实践中总结出一条所谓“互克性原理”,即“当一个系统的复杂性增大时,人们使它精确化的能力将减小。在达到一定的阈值之上时,复杂性和精确性将相互排斥。”事实上,随着客观对象复杂性程度的上升,人们能精确描述它的能力是下降的。复杂程度越高,有意义的精确化能力便越低,从而表明系统所具有的模糊性越大。在许多场合下,过分的精确反而模糊,适当的模糊反而精确。

因此,对于复杂的工程和管理系统而言,模糊分析势在必行。

3. 人脑与电子计算机的智能比较

若将人脑与电子计算机进行智能比较,不难发现,计算机在运算速度、记忆功能等方面是超人的,它可以在每秒钟内几百万次甚至几百亿次计算,并存储若干个图书馆的资料,但计算机在对模糊信息的识别和判决方面却远远不如人脑。例如,一个三岁的小孩能在人群中毫不费力地认出自己的母亲,因为他具备对母亲外貌特征的各种模糊信息进行识别和判决的能力,然而,迄今任何先进的电子计算机都无法胜任。从这个角度来说,计算机的“智力”还不如一个小孩。查德曾经指出,“如果深入研究人类的认识过程,我们将会发现,人类运用模糊概念,决不是一种负担,而是一种巨大的社会财富,这正是理解人类智能与机器智能之间深奥差别的关键所在。”目前,世界上不少国家都致力于研究开发人工智能(artificial intelligence)和专家系统(expert system),探索未来计算机和智能机器人的雏形,无疑将会涉及模糊数学理论及应用,以便智能机器人和计算机能够模拟人脑思维,使之具有识别和判定模糊信息的特点,变得更加“聪明”。

1.3.2 工程与管理模糊分析的基本特点

1. 定量地处理各种模糊因素

模糊分析能够定量地处理影响工程与管理问题中的各种模糊因素,因而所建立的数学模型更接近于客观实际,从而使分析结果更为合理,使设计方案或管理模式更为优化。

2. 充分考虑中介过渡性质

工程与管理模糊分析充分考虑实际问题所含有的中介过渡性质,浮动地选取阈值,从而能给出一系列不同水平或不同要求下的分析结果,为工程管理人员的决策和优选提供了有利条件。

3. 具有哲理的方法论

工程与管理模糊分析具有哲理的方法论特点,初步形成了借助于精确化、量化的途径解决工程领域模糊性问题的一整套理论和方法,如模糊模式识别、模糊聚类分析、模糊控制、模糊综合评判和模糊优化等许多方面都得到了广泛的应用。

1.4 模糊技术的应用现状

模糊集理论提出后,随即引发了数学上的探讨和争论。尽管引起争论的理论问题尚没有解决,但其成功的应用却引起了人们的广泛重视。模糊技术一直沿着“少争论、多实践”的路线在发展。

1975年英国学者将模糊技术应用于工业反应过程的温度控制;1976年荷兰学者将其用于热水站的控制;1977年丹麦学者用于热交换器的控制;英国学者用于对压力容器内的压力和液面的控制以及反应器搅拌槽的温度控制;1979年Mamdani等研究了一种自组织模糊控制器,在蒸汽机上展示了自组织方法的优异能力。同一时期,在丹麦和日本先后被用于水泥窑生产过程的控制;1983年日本学者将模糊控制器成功地应用于汽车速度控制中。此后,模糊技术在化工、机械、冶金、工业炉窑、水处理、食品生产、造纸机、电弧冶炼炉等工业生产过程中,以及在铁路列车停运、起重机的小车行车和卷扬提升、飞机着陆和通信卫星控制、十字路口的交通枢纽指挥、机器人控制系统、故障诊断等非工业过程中都得到了成功的应用。

1984年美国推出了“模糊推理决策支持系统”;随后,日本进入了模糊控制的实用化时期,在空调机、洗衣机、吸尘器、电饭煲、电视摄像机等大众化产品中都采用了模糊控制技术。模糊理论还成功地用于天气预报、商品销售预测、产品质量评估、医疗诊断、环境评价、文献检索、经济预测和建模等。至此,模糊技术一方面向“通用控制器”、集成硬件方面发展,另一方面向复杂系统、智能系统、人类与社会系统及自然系统方面扩展,形成了模糊控制理论与技术、模糊自适应和优化技术、自学习与参数自调整模糊系统、模糊专家系统、模糊建模和预测理论与技术、模糊匹配和模糊识别技术、模糊数据库技术、模糊自然语言处理技术、模糊信号与图像处理技术等。

用模糊技术处理现实世界中的问题有两方面意思:一是处理的对象或概念是模糊的;二是处理方法本身具有模糊性。由于模糊技术的成功应用,使其得到了越来越多的工程技术人员的青睐,也促进了模糊理论的发展,越来越展现出了模糊技术强大的生命力。