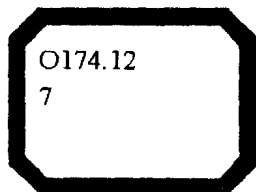


程度论

一种基于程度的信息处理技术

廉师友 著

陕西科学技术出版社



程 度 论

——一种基于程度的信息处理技术

廉师友 著

陕西科学技术出版社

程度论

——一种基于程度的信息处理技术

廉师友 著

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

西安地质矿产研究所印刷厂印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.5 印张 20 万字

2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

定 价：28.00 元

内 容 提 要

本书以程度作为表征对象特征强弱性的一种一般性度量,建立了一套类似于但又有别于传统模糊技术的新理论和新方法,包括:语言值与程度的基本理论、程度逻辑、程度知识表示、程度推理、程度控制、程度聚类 and 程度数据库等,形成了一种基于程度的信息处理技术。

本书内容新颖、应用广泛,可供从事计算机、自动化、人工智能、专家系统、知识工程、模式识别、机器学习、自然语言理解、数理逻辑以及信息、系统、控制、管理和决策等学科领域的理论研究和工程技术人员以及同类专业的研究生和高年级大学生阅读或参考。

图书在版编目(CIP)数据

程度论——一种基于程度的信息处理技术/
廉师友著. —西安:陕西科学技术出版社,
2000. 9. 20

ISBN 7-5369-3215-4

I. 程度… II. 廉… III. 程度—信息处
理技术—专著 IV. N94 工程 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第
42385 号

前 言

考察我们所处的大千世界,渐变和相似分布现象普遍存在。这种现象的实质是对象特征(包括属性、状态或关系)在时间序列或空间序列中存在细微差异的表现。因而从全局看,事物是渐变的;从局部看,事物又是相似的(这里的相似是广义的,也包括近似和类似等)。

由于是渐变和相似分布,所以在信息世界中就导致了对对象的划分或聚类,在思维世界中也就产生了相应的概念。但不管怎样划分和聚类,即不管是硬划分、硬聚类,还是软划分、软聚类,也不管产生的是硬概念还是软概念(即所说的模糊概念),对象之间的差异总是存在的,也是不变的。那么,若要在类中继续保持或如实反映对象的差异,就得采用一种度量,以标度对象在类中的等级。另一方面,从对象角度看,也需要引入一种度量,以描述对象特征的强度,即对象的测量值对相应语言值(即概念)的符合度。我们把这种等级或强度称为程度,并用实数表征它。

有了程度这个度量,我们就可以更加准确地描述对象,处理信息。更为重要的是,利用它就可为(性质和关系)概念建模,以使用计算机模拟人脑的思维。

其实,我们这里所说的“程度”与 Zadeh 提出的“隶属度”是类似的(读者可能已经看出)。不过,我们的程度(定

义)与隶属度还是有区别的。实际上,程度可以看作是对隶属度的一种扩充。

虽然程度与隶属度是类似的,但我们却并未继续采用模糊集合的概念。我们认为:

(1) 概念的模糊与否,并非事物的本质和问题的关键。如前所述,事物的本质是对象特征的差异,所以问题的关键则是准确刻划和把握这种差异。事实上,事物的渐变、相似、差异,是客观的、绝对的。而划分、聚类、概念则是人的意志或认识,是主观的、相对的。所以,对象之间的特征差异绝不会因概念外延的明确与否而改变。

(2) 渐变、相似和差异,并非模糊概念(的外延)所独有。例如,那些“被大学录取的学生”(这显然是一个明晰概念),其高考成绩并非都完全一样。又如,“凸线”这个明晰概念中就包含着凸度不同的无数条曲线,它们显然存在差异,而且呈渐变趋势和相似关系。既然如此,我们也就不必刻意去区分什么模糊概念和明晰概念,而只要能准确地把握对象特征的差异即可。事实上,人脑思维中大量使用模糊概念却并未出现差错的这一事实,也正好说明了这一点。

正是鉴于以上认识,笔者就以程度为着眼点,来研究有关的信息处理方法,结果发现和提出了一系列类似于但又有别于传统模糊技术的新理论和新方法,包括:语言值与程度的基本理论、程度逻辑、程度知识表示、程度推理、程度控制、程度聚类和程度数据库等。其中一部分内

容,近年来已陆续在有关刊物及学术会议上发表,本书就是这方面研究成果的总结。因为“程度”是我们的核心概念和基本技术,书中内容也都与程度相关,故将该书名取为程度论。

笔者希望,就像概率论是描述和处理随机性问题的理论和方法一样,程度论能作为描述和处理渐变和相似分布性问题的一种理论和方法。从而对信息和智能等科学技术领域能有所裨益。

当然,由于作者的知识水平和视野的限制,书中的缺点和错误一定存在。事实上,本书的内容还不很成熟和完善,甚至所谓的程度论,也只能理解为一个书名而已。故恳请有关专家学者不吝赐教,也希望广大读者批评指正!作者的想法是,即使本书的出版仅能起到抛砖引玉的作用,自己也会感到莫大的欣慰。

本课题的研究得到陕西省自然科学基金的资助,本书的出版得到陕西科学技术出版社的支持,在此谨向这些单位表示衷心感谢!

作者

2000年8月 于西安石油学院计算机系

(E-mail: lsy@xapi.edu.cn)

责任编辑：杨 波
封面设计：傅化群

ISBN 7-5369-3215-4



9 787536 932159 >

ISBN 7-5369-3215-4/TP · 166

定价：28.00元

目 录

第 1 章 语言值与程度的基本理论	(1)
1.1 语言值及其程度分布函数	(1)
1.1.1 对象的特征与特征值	(1)
1.1.2 语言值与数字值	(3)
1.1.3 程度与程度分布函数	(5)
1.2 语言值的类型	(10)
1.2.1 硬语言值与软语言值	(10)
1.2.2 单调语言值与凸语言值	(12)
1.2.3 几种常用的语言值	(14)
1.3 语言值的量化表示——程度语言值	(16)
1.4 语言值的运算	(18)
1.4.1 组合运算与组合运算值	(19)
1.4.2 综合运算与综合运算值	(22)
1.4.3 逻辑运算与逻辑运算值	(24)
1.5 基本语言值的关系	(27)
1.5.1 互否语言值与程度守 1 性原理	(27)
1.5.2 对称语言值与程度互反性原理	(31)
1.5.3 关于中性值的讨论	(36)
1.5.4 语言值的相互转换	(38)
1.5.5 基本语言值的互补关系	(41)
1.5.6 基本语言值的互斥关系	(43)
1.5.7 互补与互斥关系的确定	(45)
1.6 基本语言值的扩充与归约	(47)
1.6.1 互补与互斥关系的转换	(47)
1.6.2 基本语言值的扩充	(48)
1.6.3 基本语言值的归约	(49)

1.6.4	单调语言值与基本值顺序序列的相互转换	···	(50)
1.7	派生语言值与程度迁移	·····	(51)
1.7.1	派生语言值	·····	(51)
1.7.2	程度迁移率	·····	(52)
1.7.3	程度迁移差	·····	(55)
1.7.4	派生语言值的语义表示	·····	(56)
第2章	程度逻辑	·····	(59)
2.1	程度逻辑运算	·····	(59)
2.2	程度逻辑代数	·····	(60)
2.3	程度逻辑运算的归约	·····	(74)
2.3.1	程度逻辑运算的归约	·····	(74)
2.3.2	程度逻辑与传统二值逻辑的关系	·····	(79)
2.4	程度逻辑式与程度逻辑函数	·····	(80)
2.5	真度命题逻辑	·····	(82)
2.5.1	真度命题与真度命题公式	·····	(82)
2.5.2	真度等价与真度蕴含	·····	(84)
2.5.3	永程度真式	·····	(87)
2.5.4	真度命题推理	·····	(88)
2.6	程度谓词逻辑	·····	(93)
2.6.1	程度谓词与软量词	·····	(93)
2.6.2	程度谓词公式	·····	(94)
2.6.3	程度谓词推理	·····	(95)
2.7	关于多值逻辑的思考	·····	(100)
第3章	程度知识表示	·····	(103)
3.1	程度、真度和信度	·····	(103)
3.1.1	命题涉及的三种度量	·····	(103)
3.1.2	程度、真度和信度的确定与转换	·····	(104)
3.2	程度元组与程度谓词	·····	(105)
3.2.1	程度元组	·····	(105)

3.2.2	程度谓词	(106)
3.2.3	程度化命题	(107)
3.3	语言值规则与数值函数	(109)
3.4	程度规则与程度函数	(112)
3.4.1	程度规则与程度函数的概念	(112)
3.4.2	一般程度规则与一般程度函数	(113)
3.4.3	真度规则与真度函数	(114)
3.4.4	信度规则与信度函数	(115)
3.4.5	多重程度规则	(115)
3.4.6	混合程度规则	(116)
3.4.7	不确定程度规则	(117)
3.5	程度框架与程度语义网	(118)
3.5.1	程度框架	(118)
3.5.2	程度语义网	(119)
第4章	程度函数的确定	(120)
4.1	确定程度函数的基本思路	(120)
4.1.1	对程度函数的基本分析	(120)
4.1.2	确定程度函数的基本思路	(121)
4.2	几种典型的一般程度函数	(122)
4.2.1	比例程度函数	(122)
4.2.2	线性程度函数	(126)
4.3	几种典型的真度函数	(130)
4.3.1	最小—比例真度函数	(130)
4.3.2	最大—比例真度函数	(131)
4.4	几种典型的信度函数	(132)
4.4.1	乘积—比例信度函数	(132)
4.4.2	最小—比例信度函数	(133)
4.5	基于神经网络的程度函数	(133)

第 5 章 程度推理	(135)
5.1 为什么进行推理	(135)
5.2 一般程度推理	(135)
5.2.1 推理模式	(136)
5.2.2 用程度推理实现纯语言值推理	(138)
5.3 真度推理	(141)
5.4 信度推理	(143)
5.4.1 纯信度推理	(143)
5.4.2 程度—信度推理	(144)
5.4.3 真度—信度推理	(145)
5.5 不确定规则推理	(145)
5.6 多重程度推理	(147)
5.7 程度关系推理	(148)
5.8 程度继承推理	(151)
第 6 章 程度控制	(153)
6.1 程度控制原理	(153)
6.1.1 程度控制系统的结构	(153)
6.1.2 程度控制器及其工作原理	(153)
6.1.3 程度控制示例	(155)
6.2 基于硬语言值的程度控制	(161)
6.2.1 基于硬语言值的程度控制	(161)
6.2.2 基于互斥分布的单调语言值的程度控制	(164)
6.3 程度控制器的简化	(168)
6.3.1 控制函数	(169)
6.3.2 控制表	(175)
6.4 程度控制器的设计与实现	(176)
6.4.1 语言值选取及其程度分布函数定义	(176)
6.4.2 程度规则获取与程度函数定义	(176)
6.4.3 知识库	(177)

6.4.4	程度推理机设计与实现	(177)
6.5	用程度推理解决助学金发放问题	(178)
第7章	程度聚类	(186)
7.1	程度集合	(186)
7.1.1.	程度集合的定义	(186)
7.1.2.	程度集合的运算	(187)
7.2	关系的程度化表示	(188)
7.2.1	程度矩阵和程度图	(188)
7.2.2	单向关系和对称关系	(189)
7.2.3	软关系的合成运算	(190)
7.3	程度聚类	(193)
7.3.1	引言	(193)
7.3.2	性质程度聚类	(194)
7.3.3	关系程度聚类	(195)
7.3.4	相似程度聚类	(198)
7.3.5	中心对象与标准对象	(203)
第8章	其它程度信息处理方法	(205)
8.1	软数	(205)
8.2	软事件与软概率	(206)
8.3	程度关系型数据库	(209)
8.3.1	引言	(209)
8.3.2	程度语言值关系模型	(210)
8.3.3	真度关系模型	(211)
8.3.4	信度关系模型	(212)
8.3.5	程度关系模型	(214)
8.3.6	程度语言值—真度—信度关系模型	(215)
8.3.7	程度语言值—真度—信度—程度关系模型 ..	(218)
8.3.8	结束语	(219)
8.4	语言值数据库查询接口	(220)

参考文献.....	(222)
名词索引.....	(223)

第 1 章 语言值与程度的基本理论

1.1 语言值及其程度分布函数

1.1.1 对象的特征与特征值

1. 特征

我们所处的大千世界是由形形色色、各种各样的对象组成的。这些客观对象总具有某些属性、状态和关系。例如：

- 人具有“姓名”、“性别”、“年龄”、“身高”等属性。
- 天气有“气温”、“气压”、“风向”等属性。
- 汽车有“马力”、“速度”、“载重量”等属性。
- 计算机具有“字长”、“频率”、“容量”等属性。
- 苹果具有“形状”、“颜色”、“味道”等属性。
- 命题有“真假性”。

又如：

- 人有身体和心理状态。
- 汽车有运行状态。
- 晶体管有导电状态。
- 神经元有生理状态。

再如：

- 数之间有大小关系。
- 图形之间有位置关系。

- 人或国家之间有政治、经济、外交关系。
- 元素与集合之间的关系有隶属关系。

定义 1 我们把客观对象的属性、状态和关系等统称为对象的特征。

2. 特征值

特征是对对象概念或对象集合而言的。所以，特征实际是一种“变量”，而对同一特征，特定的对象具有特定的“值”。具体来讲，这种值包括属性值、状态值和关系值。

(1) 属性值

属性值就是对象属性的具体取值。例如：

- 人的“性别”属性有“男”和“女”两个值。
- 人的“年龄”属性可取 1 至 200 之间任一整数作为其值；也可以是“青年”、“中年”、“老年”等值。
- 天气的“气温”属性的值可以是“炎热”、“寒冷”、“凉爽”等，也可以是表示温度的数字。
- 苹果的“味道”属性有“酸”、“甜”等值。
- 命题的“真假性”属性有“真”、“假”、“半真半假”、“不真不假”等值。
- 事件发生的可能性可以是一个 $0\sim 1$ 之间的数值(概率)，也可以是“必然”、“可能”和“不可能”等值。

(2) 状态值

状态值就是对象状态的具体取值。例如：

- 晶体管有“导通”和“截止”等状态值。
- 神经元有“兴奋”和“抑制”等状态值。
- 汽车的运行状态可以是“快”、“慢”等值，也可以是表示速度的数字。

(3) 关系值

关系值就是对象关系的具体取值。例如：

- 数之间的大小关系有“大于”、“小于”、“等于”等值。

- 图形之间的位置关系有“平行”、“相交”等值。
- 人或国家之间的政治、经济、外交等关系，有“友好”、“敌对”、“平等”、“互利”等值。
- 元素与集合之间的关系有“隶属”和“不隶属”等值。
- 两地之间的距离关系可以是一个数值，也可以是“远”、“近”等值。

定义 2 我们把客观对象的属性、状态和关系的取值，即属性值、状态值和关系值，统称为对象的特征值。

1.1.2 语言值与数字值

可以看出，对象的特征值可以是自然语言中的言词，也可以是一个数值数据。

定义 3 我们把表示对象特征值的言词称为语言值(或符号值)，把表示对象特征值的数值称为数字值(或数量值)。

例如：人的属性“年纪”(或“年龄”)的语言值有：“青年”、“中年”、“老年”等，数字值有：10、20、30、50、…等等(岁)数值。

在人们通常的信息处理中，有时用数字值(用数字值可精确计算)，有时用语言值(用语言值则概括简练)。这说明数字值和语言值都可表示对象的特征，都可作为对象的特征值。那么，这两种特征值之间关系如何呢？为了回答这个问题，我们先看下面的几个例子。

例 1-1 人们一般把 20 岁左右的人称为“青年”，把 40 岁左右的人称为“中年”，把 60 岁左右的人称为“老年”。年纪的语言值与数字值之间的这种关系如图 1-1 所示。

例 1-2 表示天气气温的语言值有：“冷”、“凉”、“热”等，相应的数字值是表示温度的数值。人们一般把 0℃ 左右的气温称为“冷”，把 15℃ 左右叫做“凉”，把 30℃ 左右称为“热”。那么，气温的语言值与数字值的关系如图 1-2 所示。