粒计算研究丛书

三支概念分析与决策

祁建军　魏　玲　姚一豫　著

科学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

粒计算研究丛书

三支概念分析与决策

祁建军　魏　玲　姚一豫　著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书从三支概念分析与决策入手，结合形式概念分析理论，介绍三支概念分析中的研究热点问题，力图展示三支概念分析的最新进展. 全书共 9 章，具体内容包括三支决策理论、形式概念分析基本理论、完备背景下的三支概念分析、三支概念格属性约简理论与方法、三支概念格的规则提取、不完备背景下的三支概念分析等.

本书可供计算机、自动化、人工智能、应用数学等领域的教师、研究生以及高年级本科生阅读参考.

图书在版编目(CIP)数据

三支概念分析与决策/祁建军，魏玲，姚一豫著. —北京：科学出版社，2019. 5

(粒计算研究丛书)

ISBN 978-7-03-060518-4

Ⅰ. ①三… Ⅱ. ①祁… ②魏… ③姚… Ⅲ. ①决策支持系统-研究 Ⅳ. ①TP399

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019) 第 026252 号

责任编辑：任 静 / 责任校对：王萌萌

责任印制：吴兆东 / 封面设计：华路天然

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 5 月第 一 版 开本：720×1000 B5

2019 年 5 月第一次印刷 印张：12 1/4

字数：227 000

定价：78.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

“粒计算研究丛书”编委会

名誉主编：李德毅　张　钹

主　　编：苗夺谦　王国胤　姚一豫

副 主 编：梁吉业　吴伟志　张燕平

委　　员：（按拼音排序）

陈德刚　代建华　高　阳　胡清华

胡学钢　黄　兵　李德玉　李凡长

李进金　李天瑞　刘贵龙　刘　清

米据生　史开泉　史忠植　王飞跃

王　珏　王熙照　徐久成　杨　明

姚静涛　叶东毅　于　剑　张　铃

张文修　周献忠　祝　峰

秘　　书：王睿智　张清华

丛 书 序

粒计算是一个新兴的、多学科交叉的研究领域. 它既融入了经典的智慧, 也包括了信息时代的创新. 通过十多年的研究, 粒计算逐渐形成了自己的哲学、理论、方法和工具, 并产生了粒思维、粒逻辑、粒推理、粒分析、粒处理、粒问题求解等诸多研究课题. 值得骄傲的是, 中国科学工作者为粒计算研究发挥了奠基性的作用, 并引导了粒计算研究的发展趋势.

在过去几年里, 科学出版社出版了一系列具有广泛影响的粒计算著作, 包括《粒计算: 过去、现在与展望》《商空间与粒计算——结构化问题求解理论与方法》《不确定性与粒计算》等. 为了更系统、全面地介绍粒计算的最新研究成果, 推动粒计算研究的发展, 科学出版社推出了“粒计算研究丛书”. 丛书的基本编辑方式为: 以粒计算为中心, 每年选择该领域的一个突出热点为主题, 邀请国内外粒计算和相关主题方面的知名专家、学者就此主题撰文, 来介绍近期相关研究成果及对未来的展望. 此外, 其他相关研究者对该主题撰写的稿件, 经丛书编委会评审通过后, 也可以列入该丛书. 丛书与每年的粒计算研讨会建立长期合作关系, 丛书的作者将捐献稿费购书, 赠给研讨会的参会者.

中国有句老话, “星星之火, 可以燎原”, 还有句谚语, “众人拾柴火焰高”. “粒计算研究丛书”就是基于这样的理念和信念出版发行的. 粒计算还处于婴儿时期, 是星星之火, 在我们每个人的细心呵护下, 一定能够燃烧成燎原大火. 粒计算的成长, 要靠大家不断地提供营养, 靠大家的集体智慧, 靠每一个人的独特贡献. 这套丛书为大家提供了一个平台, 让我们可以相互探讨和交流, 共同创新和建树, 推广粒计算的研究与发展. 本丛书受益于从事粒计算研究同仁的热心参与, 也必将服务于从事粒计算研究的每一位科学工作者、老师和同学.

“粒计算研究丛书”的出版得到了众多学者的支持和鼓励, 同时也得到了科学出版社的大力帮助. 没有这些支持, 也就没有本丛书. 我们衷心地感谢所有给予我们支持和帮助的朋友们!

“粒计算研究丛书”编委会

2015 年 7 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

数据是当今时代科技发展的基础, 我们的生活与科研活动无时无刻不产生和需要着越来越多的数据. 值得庆幸的是, 我们的科技已经发展到一定的程度, 可以收集、存储这些庞杂的数据, 或音频或视频, 或语言或音乐, 或文本或图像, 进而采用一些数据处理方法提炼出我们所需要的信息, 获得一定层次的知识.

对于数据的认识是对数据收集与分析的最终目标, 而认识数据, 说具体一点, 就是要从日益庞杂的数据中寻找到正确的、能为人类所用的知识. 而知识的表达离不开概念的学习与刻画. 换句话说, 对于数据收集与分析的最终目标就是形成概念与规则, 指导人们的决策与行为.

概念的产生, 是人们认识过程中的质变. 人们通过数据和经验得到某事物的概念, 然后才能进行判断、推理与论证. 在这个意义上, 概念是人们认识的结果, 又是判断、推理与论证的起点. 因此, 概念是思维的细胞. 概念有两个重要特征, 即概念的内涵与外延. 内涵是概念所反映的事物的特有属性, 外延是具有概念所反映的特有属性的事物.

1982 年德国数学家 Wille 给出了概念的形式化描述, 继而产生了形式概念分析理论. 在形式概念分析中, 数据集以形式背景的形式给出, 概念的两个重要特征, 即内涵与外延, 可以通过一对算子相互计算, 并且可以形成完备格, 具有很好的数学性质. 虽然 Wille 提出这个理论的出发点是为了在格论中给出一个更为具体的、便于理解的例子, 但是他提出的这个理论却从数学角度, 即形式化角度, 给了概念一个完美阐释.

在对事物和数据的诸多认知目标中, 不容忽视的是对于决策知识与规则的获取和实施. 传统的决策理论一般是是与非的判断, 而实际当中, 我们面临的更多的是是与非之间的灰色地带. 如何从理论的角度界定这三个不同决策对应的范围, 特别对中间这个难以决策的灰色地带进行进一步的决策判定, 21 世纪初姚一豫教授等提出的三支决策理论对这类情况给出了很好的总结、阐述和分析, 并给出了数学模型.

2014 年, 祁建军博士将三支决策思想引入形式概念分析理论中, 提出了三支概念这一新概念, 并与本书另两位作者合作建立了三支概念分析理论与方法, 使得对数据的分析更为全面和细致. 这既是对形式概念分析的一个推广, 也是三支决策理论的一个新的模型.

该书探索三支概念分析与决策的思想、理论与方法, 给出完备背景和不完备背

景下的三支概念分析, 三支概念格的属性特征与属性约简, 三支概念格的决策规则与规则提取, 实现对数据的更为全面的认知, 以及对三支决策理论更深刻的分析. 尽管该书所做的这些探讨与实际应用还有一定的距离, 但这并不妨碍作者从理论角度研究数据, 从人类思维的最原始认知角度探求数据所携带的信息.

该书的三位作者中, 祁建军、魏玲是我的学生, 他们都从 2003 年开始接触形式概念分析这一理论, 并产生极大兴趣, 进而开始了他们在该领域的研究工作, 并取得了优秀的研究成果. 而将形式概念分析这一研究领域介绍到我的团队的人, 恰恰是该书的第三位作者, 加拿大里贾纳大学的姚一豫教授. 姚教授对粗糙集以及相关领域的研究作出了突出贡献, 更是帮助了很多国内学者在相关领域的科研道路上迈出新的步伐. 该书关于三支概念分析与决策理论的研究就是祁建军和魏玲在姚教授处做访问学者时的合作研究成果. 因此, 我很乐意也很开心为该书做序.

希望三支概念分析与决策理论能引起国内更多学者的重视, 在未来有更好的发展, 取得更优异的研究成果.

张文修

2017 年 9 月

前　言

三支决策思想在历史长河中、在人们的思维习惯中、在科学研究探索中都具有很大的作用, 而概念分析作为获取知识的第一个环节, 具有简洁抽象的数学形式. 三支概念分析作为形式概念分析与三支决策理论相结合的产物, 是从三分的角度来考虑信息提取的, 且比形式概念分析能更多地揭示形式背景所隐藏的信息.

本书内容以我们关于三支概念分析的研究成果为主, 适合数学、计算机、管理等不同领域与专业, 对三支决策理论、形式概念分析、粒计算等研究领域有初步认识的高校师生和研究人员阅读. 全书共分为 9 章, 除第 1 章绪论外, 各章的主要内容如下.

第 2 章从哲学角度给出三支思想的理论支撑, 并给出概念学习的四种常见模型; 第 3 章阐述三支决策理论的基本思想与描述, 这是本书的指导性思想体现; 第 4 章展示形式概念分析的基本理论与成果, 主要是保持概念格结构不变的属性约简理论与具体方法; 第 5 章阐述在完备背景下, 如何将三支决策与形式概念分析相结合, 从而产生三支概念分析基本理论, 其内容主要包括三支概念分析中的基本概念、从对象与属性两种角度产生的两种不同三支概念格的构造; 第 6 章给出两种三支概念格的四种属性约简理论与方法, 其问题的产生与研究思路皆受第 4 章内容所启发; 第 7 章探讨了基于三种不同协调性的决策形式背景的规则提取问题, 以及所获取的规则间的关系; 第 8 章利用区间集的思想与相关运算, 探讨了不完备背景下的三支概念分析问题, 包括不完备背景的完备化, 四种部分已知概念、概念格以及它们之间的关系; 第 9 章为结束语.

此书的撰写过程中既经历了对本书所涉及的哲学思想的探求和理解, 也包括如何将哲学层面的内容与我们的专业领域知识相结合的思考和讨论. 尽管我们试图将哲学、语义学等不同学科对概念的阐述与形式概念分析以及三支决策思想进行联系, 想给出一个较为清晰的概念学习与理解的思路, 但是我们自认才疏学浅, 水平有限, 特别是对哲学与认知科学的认识都处于较低层次, 仅在自己熟悉的研究方向和研究范围内略知皮毛, 因此本书在思想方法的阐述方面难免有所欠缺, 可能存在疏漏, 诚恳希望各位学者、同仁能给我们提出宝贵的问题和意见. 在此谨致以诚挚的谢意!

本书是作者近年来部分工作的总结和梳理, 也是献给我们的恩师张文修教授的礼物, 尽管这份礼物还有着斑斑点点的瑕疵. 另外, 也特别感谢他为本书作序.

本书的出版, 要特别感谢国家自然科学基金项目 (No.11371014, No.61772021)

的资助, 感谢国家留学基金管理委员会给予的出国访问机会, 使得我们与姚一豫教授有机会进行合作研究, 为撰写此书奠定了基础. 感谢中国人工智能学会粒计算与知识发现专业委员会 (原粗糙集与软计算专业委员会) 历届主任委员的支持, 使得本书能以“粒计算研究丛书”系列之一出版. 感谢支持三支概念分析、为推动三支概念分析发展而贡献自己力量的学者、专家. 感谢西北大学任睿思博士、钱婷博士、万青博士、刘琳硕士等的研究讨论与成果. 感谢西北大学曹丽硕士、陈雪硕士、王振博士、范妍硕士等在绘图、文献整理方面的细致工作.

祁建军　魏　玲

2018 年 11 月

主要符号表

OB	对象集
AT	属性集
I	对象集与属性集之间的二元关系
(OB, AT, I)	形式背景
$*$	形式概念分析中的导出算子; 正算子
(O, A)	形式概念
L (OB, AT, I)	概念格
(OB, AT, I^c)	形式背景 (OB, AT, I) 的补背景
L_c (OB, AT, I)	补背景概念格
$\mathrm{DIS}_L((O_i, A_i), (O_j, A_j))$	形式概念 (O_i, A_i) 与 (O_j, A_j) 的差别属性集
Λ_L	概念格 L 的差别矩阵
$g(\Lambda_L)$	概念格 L 的差别函数
$\overline{*}$	负算子
NL(OB, AT, I)	负概念格
$\lessdot, \gtrdot$	三支概念分析中的三支算子
$(O, (A, B))$	对象导出三支概念
$((X, Y), A)$	属性导出三支概念
OEL(OB, AT, I)	对象导出三支概念格
AEL(OB, AT, I)	属性导出三支概念格
CS$(\cdot)$	协调集全体
Red$(\cdot)$	约简全体
Core$(\cdot)$	核心
$f(\Lambda.)$	三支概念格的差别函数
(OB, CA, I, DA, J)	决策形式背景
$A \to C$	对象导出三支正决策规则; OE-P 规则
not $B \to$ not D	对象导出三支负决策规则; OE-N 规则
$A \to B$	属性导出三支决策规则; AE-规则
$[\underline{A}, \overline{A}]$	闭区间集
$^c, \cap, \cup, -$	集合的基本运算: 补、交、并与差
$^C, \sqcap, \sqcup, \setminus$	区间–集合的基本运算: 补、交、并与差
(OB, AT, $\{+, ?, -\}$, $\boldsymbol{J}$)	不完备形式背景

目　录

第 1 章　绪论 ····· 1

第 2 章　概念分析 ····· 5

2.1　概念分析与认知的哲学基础 ····· 5

2.1.1　符号学理论 ····· 5

2.1.2　语义三角形 ····· 7

2.1.3　内涵–外延观 ····· 8

2.2　概念学习模型 ····· 9

2.2.1　聚类分析 ····· 10

2.2.2　粒计算 ····· 11

2.2.3　粗糙集 ····· 14

2.2.4　形式概念分析 ····· 16

2.3　内涵–外延观点的概念类型 ····· 19

2.4　小结 ····· 21

第 3 章　三支决策理论 ····· 22

3.1　三支决策理论的基本思想 ····· 22

3.1.1　“三”的魅力 ····· 22

3.1.2　三支决策理论的基本描述 ····· 24

3.1.3　三支决策理论的优势 ····· 28

3.1.4　三支决策理论的模式 ····· 29

3.2　三支决策理论对形式概念分析的启示 ····· 31

3.3　小结 ····· 33

第 4 章　形式概念分析基本理论 ····· 34

4.1　形式概念分析理论的基本概念 ····· 36

4.2　概念格属性约简理论 ····· 39

4.2.1　概念格属性约简相关定义 ····· 39

4.2.2　概念格属性约简判定定理 ····· 42

4.3　概念格属性约简方法 ····· 45

4.3.1　基于差别矩阵的概念格属性约简方法 ····· 45

4.3.2　基于属性特征的概念格属性约简方法 ····· 49

4.4　基于决策形式背景的规则提取 ····· 52

需要全本请访问 www.ertongbook.com

4.5 小结……54
第 5 章 完备背景下的三支概念分析……56
5.1 三支概念分析基本模型……57
5.2 三支概念格与经典概念格关系……62
5.2.1 OE-概念格与经典概念格……62
5.2.2 AE-概念格与经典概念格……70
5.3 三支概念格构造算法……71
5.3.1 三支概念串行构建算法: CbO3C……71
5.3.2 三支概念并行构建算法: PCbO3C……75
5.4 小结……80
第 6 章 三支概念格属性约简理论与方法……82
6.1 对象导出三支概念格的属性约简……82
6.2 OEL 约简判定定理……88
6.3 属性导出三支概念格的属性约简……90
6.4 属性约简的计算方法……93
6.4.1 对象导出三支概念格属性约简的计算方法……93
6.4.2 属性导出三支概念格属性约简的计算方法……98
6.5 具体事例分析……99
6.5.1 事例及基本信息……99
6.5.2 对象导出三支概念格的格约简……101
6.5.3 对象导出三支概念格保持交不可约元的约简……102
6.5.4 对象导出三支概念格保持并不可约元的约简……103
6.6 小结……104
第 7 章 三支概念格的规则提取……106
7.1 决策形式背景基于 OE-协调性的规则提取……106
7.1.1 OE-协调性……106
7.1.2 决策规则提取……107
7.1.3 强协调与 OE-协调下决策形式背景的规则比较……109
7.2 决策形式背景基于 AE-协调性的规则提取……110
7.2.1 AE-协调性……110
7.2.2 决策规则提取……111
7.2.3 强协调与 AE-协调下决策形式背景的规则比较……112
7.3 强协调性与 OE(AE)-协调性的关系研究……113
7.3.1 强协调性与 OE-协调性……114
7.3.2 强协调性与 AE-协调性……115

7.3.3 OE-协调性与 AE-协调性……116
7.4 小结……118
第 8 章 不完备背景下的三支概念分析……119
8.1 区间集……120
8.1.1 区间集与区间二元关系……120
8.1.2 区间集上的标准集合运算与关系……122
8.1.3 区间–集合运算……123
8.1.4 区间–集合包含……128
8.1.5 区间–集合代数……129
8.2 不完备背景的完备化……129
8.3 不完备背景中的部分已知概念……134
8.3.1 形式概念的四种形式……135
8.3.2 SE-ISI 形式与 ISE-SI 形式的近似概念……137
8.3.3 ISE-ISI 形式的 ill-known 概念……141
8.4 部分已知概念的结构……145
8.5 部分已知概念之间的关系……149
8.5.1 SE-ISI 形式概念与 ISE-ISI 形式概念……149
8.5.2 ISE-SI 形式概念与 ISE-ISI 形式概念……151
8.6 部分已知概念与完备化背景上形式概念……152
8.6.1 ISE-ISI 形式概念与 SE-SI 形式概念……152
8.6.2 SE-ISI 形式概念与 SE-SI 形式概念……155
8.6.3 ISE-SI 形式概念与 SE-SI 形式概念……158
8.7 小结……160
第 9 章 结束语……161
参考文献……163

第1章 绪 论

当今时代, 各行各业以及我们的生活都被庞大的数据充斥着. 而这些数据的表示形式也多种多样, 有数值、图像、视频、音频、符号、文字、图表等. 不同领域的专家学者运用自己的专业知识, 以及一些特定的数据处理方法对这些数据进行深入的分析, 提取其中的有用信息, 进而利用这些信息进行科学研发, 获得各自领域的更进一步的新知识, 而这些新的成果又极大地丰富和改善了我们的生活.

例如, 交通行业出现的各种打车软件, 如雨后春笋般铺天盖地而来的共享单车, 手机应用里的各种方便的 App 等. 这些都使得人们的出行与生活变得更为便利、简单. 在中国, 大家戏称我们已经进入无纸币生活的时代, 因为随处可见使用微信或者支付宝转账的方式收款. 而我国的电子商务和物流网络的发展更是处于世界领先水平, 这些改变令很多前来我国旅游的外国朋友惊叹不已. 相信我们每一个人、每一天, 都在感受和使用着新的科技革命带给我们的惊喜体验. 而这些, 都和大数据等新技术的发展密不可分.

毋庸置疑, 对于数据的认识是对数据收集与分析的最终目标. 人类要从日益庞杂的数据中寻找到正确的、能为自己所用的知识至关重要. 也就是说, 知识是认知的核心与目标.

认知科学, 是关于心智研究的理论和学说. 作为 20 世纪世界科学标志性的新兴研究门类, 这是一门相当年轻的学科. 但是它作为探究人脑或心智工作机制的前沿性尖端学科, 已经引起了全世界科学家的广泛关注, 并为揭示人脑的工作机制这一最大的宇宙之谜作出了不可磨灭的贡献.

1975 年, 美国著名的“斯隆基金会”(Alfred P. Sloan Foundation) 开始考虑对认知科学的跨学科研究计划给予支持, 并组织了第一次认知科学会议, 确立研究方案. 学者将哲学、认知心理学、语言学、人类学、计算机科学和神经科学六大学科整合在一起, 研究“在认识过程中信息是如何传递的”, 其结果就是产生了一个新兴学科 —— 认知科学. 这一基础性的重要工作对于推动认知科学方面的研究起到了决定性作用.

有学者认为, 计算机科学、认知心理学和语言学是认知科学的核心学科, 神经科学、人类学和哲学是认知科学的外围学科. 而这六个支撑学科之间又互相交叉, 产生出 11 个新兴交叉学科: ① 控制论; ② 神经语言学; ③ 神经心理学; ④ 认知过程仿真; ⑤ 计算语言学; ⑥ 心理语言学; ⑦ 心理哲学; ⑧ 语言哲学; ⑨ 人类学语言

学; ⑩ 认知人类学; ⑪ 脑进化. 当前国际公认的认知科学学科结构如图 1.1 所示.

认知科学所涉及的主要内容有: 感知觉 (包括模式识别)、注意、记忆、语言、思维与表象、意识等. 这似乎都是心理学家所关注的问题, 但其实也同样是哲学家、语言学家、计算机科学家、神经生理学家、人类学家所关心的内容. 只是不同专业背景的研究者, 对于同一个问题, 所采取的具体研究方法不同罢了.

2000 年, 当人类刚刚跨入 21 世纪的门槛时, 美国国家科学基金会和美国商务部共同资助 50 多名科学家开展了一个研究计划, 目的是要弄清楚在 21 世纪哪些学科是带头学科. 研究的结果是一份厚达 680 多页的研究报告, 但结论只有 4 个字母 ——NBIC. 它们分别代表纳米技术 (Nanotechnology)、生物技术 (Biotechnology)、信息技术 (Informational Technology) 和认知科学 (Cognitive Science). 这四者的结合将改变 21 世纪人类的生存方式.

认知的目标是获得知识, 而知识的表达方式又有很多, 如符号、概念、决策、推理等. 这些东西既是认知的结果表现, 又是进一步认知行为的基础. 正是这种动态的循环使得认知一步步更新, 知识一步步修正、添加, 从而逐步完善. 图 1.2 描绘了这种动态往复的关系.

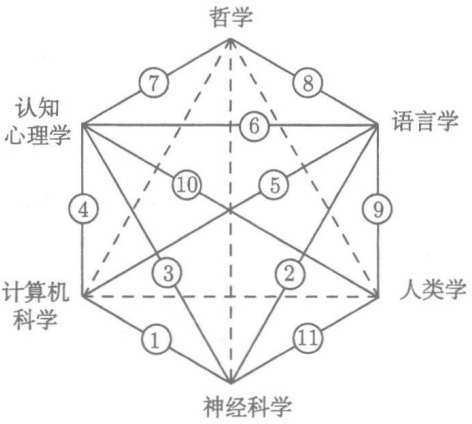


图 1.1　认知科学的学科展示

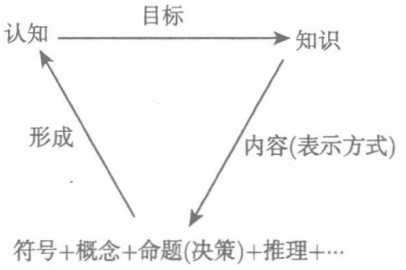


图 1.2　认知–知识–概念关系图

我们对世界的认识不断增加、改变, 其实就是因为前面的新知识逐渐积累, 产生了新的表达和描述, 甚至新角度的阐释, 进而有更新的角度去研究与深入, 再获得更新的知识. 例如, 在模糊数学的产生过程中, 将经典集合的表示方式转化为特征函数的形式, 就是因描述方式转变从而产生新知识的一个很好的例子. 又如, 人类对地球的认识从地心说到日心说的转变, 从在地球上行走到踏入宇宙漫步, 这每一个伟大的进步和对新领域的探索, 无一不是以往知识积累的产物.

而与知识有关的认知层次也是有阶段性的, 总体来说, 可以分为四个阶段: 从

基础数据转化为信息, 继而升级为知识, 最后升华为智慧. 这个过程, 是信息的管理和分类过程, 让信息从庞大无序到分类有序, 各取所需. 这就是一个知识管理的过程, 也是一个让信息价值升华的过程. 图 1.3 给出了知识的这个金字塔层次结构. 撇开最高级的智慧不提, 作为知识获取的基础, 数据是庞大的, 甚至是杂乱的, 只有从中合理地提取信息, 才能获得知识.



图 1.3　知识的阶层

而知识的表达离不开概念的学习与刻画. 无论在认知科学还是在计算机科学领域, 概念都是人类知识的基础模型. 那么, 在各种各样的数据中, 概念是如何被刻画的呢? 我们拆分成两个方面来考虑这个问题.

首先, 概念的理解与刻画可以从哲学角度给出答案. 在哲学当中, 概念是能反映事物的特有属性的思维形态. 事物总是有属性的事物, 而属性总是事物的属性. 因此, 概念在反映事物的特有属性的同时, 也反映了具有这些特有属性的事物. 这就形成了概念的内涵和外延两个方面. 概念的内涵就是概念所反映的事物的特有属性, 概念的外延就是具有概念所反映的特有属性的事物.

其次, 抛开数据的繁多种类不提, 因为不同类型的数据其处理的基本方法是有差异的, 此处我们仅考虑一种数据: 简单易懂的符号型数据. 符号型数据, 其数字只有标记和分类两种功能, 没有任何数量的意义, 没有序列性、等距性和可加性, 因此不具有直接的计算功能. 如考虑性别 (男或女)、考察关系 (有或无)、二维码表示 (0 或 1) 以及事物指代 (老师或学生) 等. 这类数据在特定的特征函数下, 都可以转化为 0-1 值的表达形式, 即布尔值, 也可将其简称为二值.

于是, 以二值数据为基础, 从哲学中获取灵感, 德国数学家 Wille 于 1982 年提出了形式概念这一数学概念. 他把二值数据简单而清晰地用一张二维数据表来展示, 称为形式背景, 这类似于把我们面对的研究背景 (研究对象与相关属性) 和数据描写成 0-1 二值的形式, 进而, 研究一部分对象与一部分属性之间的更深刻的关系. 他把哲学中关于“概念”的内涵–外延这种理解模式形式化地描述为数学中的一个二元组 (X, B), 其中一个元 X 是外延 (某些对象的集合), 另一个元 B 是内涵 (某些属性的集合), 从而得到了哲学中“概念”的最为简洁的数学刻画形式, 即形式化

的刻画, 也是最具有直观意义的数学刻画. 以形式概念为基础, Wille 在形式背景基础上, 完善了后续内容, 形成了形式概念分析理论, 可以进行特征、决策规则等知识的获取. 所以说, 形式概念分析理论的产生直接受到了哲学中概念的定义的影响, 哲学中概念的定义在数学中的形式化表述正是形式概念分析理论的基石.

综上所述, 我们知道, 对于数据的认识是对数据收集与分析的最终目标, 而人类要从日益庞杂的数据中寻找到正确的、能为自己所用的知识至关重要. 也就是说, 知识是认知的核心与目标, 而知识的表达离不开概念的学习与刻画, 概念是我们在表达思想和情感时必需的基本元素. 哲学、认知科学、语义学等很多领域从不同角度都有关于概念产生与应用的阐述, 甚至从数学的形式化的角度也有关于概念的描述, 这就是形式概念分析理论. 所以, 在本书的开端部分, 我们尝试给出概念从哲学角度和语义学角度的更多的解释, 让形式概念分析理论背后的哲学思想及其存在的价值更为直观、明朗.

同时, 我们知道, 对事物和数据的诸多认知目标, 即知识当中, 有一类知识不容忽视, 那就是决策. 对于决策的获取和实施, 是我们在生活和科研当中不能避开的话题. 传统的决策理论一般是是与非的判断, 而实际当中, 我们面临更多的是是与非之间的灰色地带. 三支决策理论对这种情况给出了很好的总结、阐述和分析, 并给出了数学模型. 本书从数字 3 的魅力出发, 逐步展示三支决策思想与模型的优势.

上述内容, 呈现在第 2~4 章, 成就了全书的基础. 之后, 本书的主要内容就三支概念分析理论展开.

三支概念分析结合了三支决策理论与形式概念分析理论, 试图给出以形式背景为数据基础时的数据分析方法, 提炼属性特征, 获取决策规则, 实现对数据的初步认知. 它既是三支决策理论的一个具体模型, 也是形式概念分析的一个拓展. 在三支概念分析的框架下, 我们研究了数据完备和数据不完备两种情形下的知识获取问题.

第 5 章给出了完备背景下三支概念分析的基本定义与理论, 包括如何从三支决策的角度理解三支概念分析, 以及它与经典的形式概念分析之间的联系. 第 6 章针对对象导出与属性导出两种三支概念格, 研究属性约简问题. 第 7 章在定义了三支概念格的不同协调性后, 探讨不同协调意义下三支概念格的规则提取问题. 第 8 章针对不完备数据情形, 引入区间集这一概念, 分析形式概念的可能的形式以及相应的概念格, 并研究这些结构之间的关系, 运用三支概念分析的思想进行很多深入的思考. 第 9 章则对全书内容作总结与展望.

需要全本请访问 www.ertongbook.com