

HANYU ZHIDAI XIAOJIE JIQI
TUILI MOSHI YANJIU

汉语指代消解及其 推理模式研究

张晓君◎著

 人 民 出 版 社

HANYU ZHIDAI XIAOJIE JIQI
TUILI MOSHI YANJIU

汉语指代消解及其 推理模式研究

张晓君◎著



人民大学出版社

策划编辑:方国根

责任编辑:夏 青

图书在版编目(CIP)数据

汉语指代消解及其推理模式研究/张晓君 著. —北京:人民出版社,2018.9

ISBN 978-7-01-019880-4

I. ①汉… II. ①张… III. ①自然语言处理-研究 IV. ①TP391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 224218 号

汉语指代消解及其推理模式研究

HANYU ZHIDAI XIAOJIE JIQI TUILI MOSHI YANJIU

张晓君 著

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

天津文林印务有限公司印刷 新华书店经销

2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:23.75

字数:357 千字

ISBN 978-7-01-019880-4 定价:72.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

序 言

中国逻辑学会会长 邹崇理

晓君自 2011 年在中国社会科学院获得博士学位以来,先后出版了《广义量词理论研究》(厦门大学出版社,2014 年)和《信念—愿望—意图逻辑及其应用研究》(中国社会科学出版社,2017 年)两部专著。这次奉献给读者的《汉语指代消解及其推理模式研究》是其第三部专著。我作为晓君的博士生导师,由衷地为这一系列学术成果的获得感到欣慰和鼓舞。

当今人工智能的研究和应用已被我国提升到国家战略发展的高度,我国已宣布在 2030 年前抢占人工智能全球制高点。人工智能领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统及其相关技术,本书关于自然语言的逻辑语义学研究则与人工智能领域中的自然语言处理技术相关联。因此,本书的出版具有一定的现实意义。

本书的特点有:其一针对我国科技发展的现实需求,研究内容丰富多样,提出逻辑学与语言学及自然语言信息处理跨学科研究面临的困境和难题;其二基于新的语言逻辑工具思考中文的语义问题,详细介绍了动态谓词逻辑 DPL 和范畴类型逻辑 CTL 的基本思想方法,采用量词逻辑的新理论——广义量词理论 GQT 的视角,审视古老的亚里士多德三段论,拓展了三段论的研究范围;其三亚里士多德模态三段论存在诸多问题,少有人问津。本书大胆进入这一领域,进行多方位的思考,探讨模态三段论的有效式范围,提出判定模态三段论有效式的规则,最后对亚里士多德模态三段论的公理化给出尝试性研究。

本书的出版将有助于更深刻和更准确地把握逻辑、语言和计算机信息处理三者之间的内在联系,既可以为相关学科的发展提供新的思考点,又可以为人工智能的自然语言处理领域提供一定的理论背景。

2018年7月8日于北京

目 录

序 言	1
引 论	1
第一节 为何面向自然语言信息处理的语言学研究离不开逻辑学	2
一、开启语言学与逻辑学的沟通交流模式	2
二、交叉研究中存在的主要问题及相应对策	3
三、逻辑、语言、信息与计算的交叉研究亟待加强	13
第二节 何为语言表达式的意义	14
一、语言表达式的意义是逻辑哲学研究的重要课题	14
二、意义的静态理论	15
三、意义的动态理论	17
四、意义的算法理论	19
1. 算法理论的形成过程	20
2. 算法理论的理论预设	21
3. 同义概念与等价算法	23
4. 算法理论的思想脉络	24
第三节 指代消解的主要方法及其机制	25
一、指代消解的主要方法	27
二、指代消解的主要机制	28
1. 中介机制	28
2. 动态约束机制	30

3. 加标机制	31
4. 复合机制	33
5. 范畴机制	35
第一章 动态谓词逻辑	37
第一节 动态谓词逻辑产生的最初动力	37
第二节 动态谓词逻辑的动态机制	40
一、合取式和存在量化式的动态解释	42
二、蕴涵式的动态解释	44
三、全称量化式、否定式与析取式的动态解释	45
第三节 动态谓词逻辑的形式系统	47
一、语法和语义	47
二、意义、真和等值	49
三、辖域与约束	51
四、一些逻辑事实	54
五、动态后承	58
第四节 动态谓词逻辑的主要特征	63
一、组合性的语义特征	63
二、表达式的测试特征	66
三、变元的复位特征	68
第五节 动态谓词逻辑与其相关逻辑的关系	68
一、动态谓词逻辑与标准谓词逻辑的比较	69
二、动态谓词逻辑与量化动态逻辑的比较	74
三、动态谓词逻辑与话语表现理论的比较	81
第六节 动态谓词逻辑研究展望	90
第二章 范畴类型逻辑	96
第一节 范畴类型逻辑的理论基础	96

一、国内外相关研究	96
二、自然语言的毗连性	98
三、类型论	100
四、 λ -算子	103
第二节 基本范畴语法	104
一、非形式描述	104
二、形式系统	108
1. 基本范畴语法的句法	108
2. 基本范畴语法的语义	111
第三节 类型逻辑语法	117
一、组合子和并列关系	118
二、量词	121
三、右结点提升	124
四、左结点提升	125
第四节 兰贝克演算	129
一、作为范畴类型逻辑重要形式系统的兰贝克演算	129
二、兰贝克演算 L	130
1. Curry-Howard 对应	132
2. 兰贝克演算的相关规则	133
3. 兰贝克演算对无约束依赖的处理	135
4. 并列与组合子	139
5. 兰贝克演算的矢列表述	141
三、兰贝克演算的模型论	141
第五节 基于范畴类型逻辑的指代消解	144
一、反身代词的消解	145
二、主格代词和宾格代词的消解	147
三、歧义消解	150
第六节 带有受限缩并规则的兰贝克演算	152

一、带有受限缩并规则的兰贝克演算的形式系统	152
二、带有受限缩并规则的兰贝克演算的模型论	154
第七节 基于带有受限缩并规则的兰贝克演算的指代消解	156
一、范畴理论中进行指代消解的几种主要处理方法	157
二、带有受限缩并规则的兰贝克演算的形成过程	159
三、带有受限缩并规则的兰贝克演算中的指代算子	160
1. 指代算子“ l ”的相关定义	161
2. 关于指代算子“ l ”具有后承风格的加标自然演绎	162
3. 关于指代算子“ l ”的树模式	163
四、有关指代算子“ l ”的引入规则的证明	165

第三章 自然语言推理研究的简便工具

——广义量词理论	169
第一节 广义量词理论概览	170
一、广义量词理论发展简史	170
二、广义量词理论的基本思想	172
三、广义量词理论的主要研究方向	174
第二节 广义量词的语义性质	177
一、广义量词的主要语义性质	177
二、广义量词的单调性与其三种否定量词的单调性之间的关系	179
三、实例分析	183
第三节 广义量词理论:自然语言推理的简便工具	186
一、广义量词的真值定义	187
二、基于广义量词理论的自然语言推理实例	188
第四节 广义量词的推理模式	191
一、论元结构推理	192
二、单调性推理	194
三、广义三段论推理	200

第四章 基于广义量词理论的直言三段论研究	203
第一节 基于周延性形式化定义的直言三段论的形式化辨析	203
一、普通逻辑的周延性定义存在的问题	203
二、有效的直言三段论的形式化	205
三、直言命题主谓项周延性的形式化定义	207
四、基于周延性形式化定义的直言三段论的形式化证明	209
第二节 基于广义量词理论的直言三段论推理规则的形式化辨析	212
一、传统逻辑对直言三段论非形式处理的缺憾	213
二、基于广义量词理论的直言三段论的形式化表示	214
三、基于广义量词理论的直言三段论推理规则的形式化辨析	217
第三节 基于广义量词理论的传统三段论的公理化	219
一、基于广义量词理论的传统三段论公理化的可能性探讨	219
二、传统三段论的形式化	220
三、传统三段论的公理化	222
1. 根据 AAA-1 三段论有效可以推出的有效三段论	222
2. 根据 EAE-1 三段论有效可以推出的有效三段论	226
第五章 基于广义量词理论的广义三段论研究	229
第一节 自然语言语篇推理的形式化研究	229
一、国内外语篇推理研究概况	230
二、基于传统三段论的语篇推理	231
三、基于广义三段论的语篇推理	235
第二节 关于广义量词“almost all”的语篇推理研究	237
一、国内外相关研究	237
二、相关真值定义	238
三、关于 almost all 的有效的广义三段论推理模式及其证明	240
四、关于 almost all 的自然语言语篇推理	243
第三节 关于居间量词“most”的语篇推理研究	245

一、居间广义量词研究概况	245
二、相关真值定义	246
三、关于 most 的有效广义三段论推理模式及其证明	248
第六章 模态三段论的有效性与公理化研究	254
第一节 国内外相关研究概览	254
第二节 相关定义与推理规则	258
第三节 有效的模态三段论的形式化证明	261
第四节 有效的模态三段论应该满足的规则探讨	279
第五节 有效的模态三段论的筛选方法	285
一、通过 AAA-1 添加模态词得到的有效的模态三段论	286
二、通过 AAI-1 添加模态词得到的有效的模态三段论	287
三、通过 EIO-3 添加模态词得到的有效的模态三段论	289
第六节 全部的有效的模态三段论	290
第七节 对模态三段论进行公理化的基础公理探讨	297
第八节 对模态三段论进行公理化的形式证明	305
一、通过 AAI-1 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化	306
二、通过 AII-1 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化	307
三、通过 EAO-1 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	309
四、通过 EIO-1 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化	311
五、通过 AEE-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	312
六、通过 AEO-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	314
七、通过 EAE-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	316
八、通过 EAO-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	318
九、通过 EIO-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化	320
十、通过 AOO-2 添加模态词得到的有效的模态三段论的公理化 ...	321
十一、通过 AII-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	323

十二、通过 AAI-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	324
十三、通过 EAO-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	327
十四、通过 EIO-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	329
十五、通过 IAI-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	331
十六、通过 OAO-3 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	332
十七、通过 AAI-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	333
十八、通过 AEE-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	335
十九、通过 AEO-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	337
二十、通过 EAO-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	340
二十一、通过 EIO-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	343
二十二、通过 IAI-4 添加模态词得到的有效的模态三段论的 公理化	345
第九节 基于模态三段论的语篇推理	347
参考文献	350
后 记	362

引 论

逻辑的形式化特征是自然语言信息处理的必要条件;任何逻辑系统都只能处理部分语言学现象,不存在“万能逻辑”;我们完全可以根据语言学的需要对逻辑系统加以改进;研究不同的语言学问题需要使用不同的逻辑学工具。逻辑学尤其是现代逻辑学已经成为数学、哲学、语言学、计算机科学、认知科学等学科之间的媒介和“催化剂”。而逻辑、语言、信息和计算的相互交叉已经形成了面向自然语言信息处理的学科群,即形式语义学或自然语言逻辑。

20 世纪以来,自然语言逻辑的研究获得了这些学科群的重视,因而产生了丰硕的成果。仅近年来,国内出版的自然语言逻辑专著就有:邹崇理的《逻辑、语言和蒙太格语法》(社会科学文献出版社 1995 年)、邹崇理的《自然语言逻辑研究》(北京大学出版社 2000 年)、邹崇理的《逻辑、语言和信息》(人民出版社 2002 年)、邹崇理的《范畴类型逻辑》(中国社会科学出版社 2008 年)、蔡曙山和邹崇理的《自然语言形式理论研究》(人民出版社 2010 年)、夏年喜等的《语言逻辑研究》(中国社会科学出版社 2013 年)、满海霞的《汉语照应省略的类型逻辑研究》(对外经济贸易大学出版社 2014 年)、张晓君的《广义量词理论研究》(厦门大学出版社 2014 年)、邹崇理和满海霞的《自然语言逻辑经典论文研究》(中国社会科学出版社 2016 年)等。这些专著从不同的侧面就蒙太格语法、话语表现理论、类型逻辑语法、范畴类型逻辑、情景语义学、动态语义学(包括动态蒙太格语法、动态谓词逻辑)、乔姆斯基生成语法、广义量词理论、言语行为理论、语用交际理论等内容进行了或深入或简要的研究。

鉴于这些学者的成果对自然语言的逻辑语义研究已经打下了良好的基础,为了避免重复,本书的研究侧重于自然语言的指代消解以及基于广义量词理论的自然语言相关推理研究,本书的特色研究是基于广义量词理论的模式三段论的有效性及其公理化研究。

第一节 为何面向自然语言信息处理的 语言学研究离不开逻辑学

——以第二届“语言学和逻辑学交叉研究研讨会”为例

逻辑学和语言学的发展已经使得这二者“水乳交融”、“血脉相连”,要把它们进行彻底分割已经是不可能了的,谁离开谁都无异于“闭门造车”、“孤陋寡闻”。我们要做的就是进行更深入更全面的交流互动,在磨合中相互理解,在交流中相互借鉴,从而使得双方的学术研究进入突飞猛进的发展阶段。

一、开启语言学与逻辑学的沟通交流模式

第二届语言学和逻辑学交叉研究研讨会于2009年12月在北京召开。会议由北京大学哲学系逻辑、语言与认知研究中心、北京大学汉语语言学研究所以及教育部计算语言学重点实验室主办,并由中国社会科学院哲学所逻辑室协办。会议主题是“逻辑学和语言学交叉研究存在的问题和未来发展的方向”。汉语语言学、外语语言学、计算语言学和逻辑学的专家学者齐聚一堂,本着相互沟通、彼此虚心学习的态度,采取专题报告、情况介绍、观点和意见交流等形式就共同关心的问题展开了热烈的讨论,收到了良好效果。

尽管如此,语言学界和逻辑学界对彼此的学术领域都还了解得不够,在认识上存在一些偏差。在此,笔者认为很有必要对这届会议进行梳理和总结并开出相应的“逻辑学处方”,以此达到承前启后、继往开来的目的,为语言学和逻辑学的交叉互动贡献笔者的绵薄之力。当然,笔者也期望有学者能够对面向自然语言的逻辑学研究存在的诸多问题开出相应的“语言学处方”,以有利于逻辑学学

者改进自己的工作,更好地为语言学研究服务。^①

二、交叉研究中存在的主要问题及相应对策

从这届会议可以看出,不少语言学学者运用逻辑学方法进行研究,取得了实实在在的成果。比如:有学者把逻辑学知识应用到语篇语言学的研究中,有学者利用动态语义学来处理隐喻现象,也有学者把逻辑语法应用到自然语言的计算机实践中,还有学者试图探讨语言学是否可以公理化等问题,还有学者致力于用系统功能语法进行语句生成,并试图建造智能对话系统的研究。尽管如此,语言学学者在利用逻辑学进行研究时还存在一些问题,笔者将根据不同的问题,站在逻辑学的角度,开出相应的“逻辑学处方”。

问题一:有学者认为“用逻辑学研究语言学会出现许多问题”,就有了在研究语言学时意欲抛弃逻辑学的思想倾向。

对此笔者需要说明的是:这是由于自然语言极其灵活复杂,加之面向自然语言的逻辑学研究时间太短暂,目前的研究还远远不能满足语言学发展的需要。在20世纪40年代第一台计算机诞生以后,研究者们发现,要使计算机理解自然语言,离不开对自然语言的逻辑推理研究,从此,面向自然语言的逻辑学研究才逐渐被重视。著名的计算机软件设计大师 Dijkstra 在回顾自己开发软件的经历时,不无感慨地说:“假如我早年在数理逻辑上好好下点工夫的话,在搞软件时我就不会犯这么多错误。不少逻辑学家早就说了,可我不知道。要是我能够年轻20岁,就要回去学逻辑。”^②后来研究者们普遍意识到,只有开展语言学与逻辑学的交叉研究,才有可能催生出能够更好地理解自然语言的高性能的计算机,才有可能使得人类朝着“更高、更快、更强”的总目标迈出更坚实的步伐。

如果说“使用逻辑后,语言学的研究变得更糟”,这一方面可能是因为:研究的语言学问题和使用的逻辑工具不对应,没有“对症下药”的缘故。这就好像用治疗“嗓子疼”的药来治疗“腹疼”,不见得有效,还可能越治越糟糕。任何逻辑系统就像数学系统一样,只有在满足它们的公理或假设以及相应的推理规则的

^① 本节主要内容发表在张晓君:《为什么语言学研究离不开逻辑学》,《毕节学院学报》2010年第5期。

^② 钱学森:《关于思维的科学》,上海人民出版社1986年版,第5页。

情况下才成立。比如:涉及全称量词或存在量词的语句推理需要使用一阶谓词逻辑;进行三段论形式以外的语句推理需要使用广义量词理论;研究指代现象需要用话语表现理论,或动态谓词逻辑或动态蒙太格语法或范畴类型逻辑等知识;研究语句的毗连生成性可以使用蒙太格语法或范畴类型逻辑等知识。例如,“我吃过十口饭 $\Rightarrow$ 我吃过九口饭 $\Rightarrow$ …… $\Rightarrow$ 我吃过一口饭”、“张三不在40岁以上 $\Rightarrow$ 张三不在50岁以上”,可以分别用广义量词的单调递减和单调递增的性质来进行形式化的批量处理,而不必对这些特例进行分别处理,这对于提高我们的研究效率是大有裨益的。再比如,对于“她们几个人,没有谁会游泳”在一阶逻辑中可形式化为“ $\neg\exists xP(x)$ ”,而对于“她们几个人,谁也不会游泳”在一阶逻辑中可形式化为“ $\forall x\neg P(x)$ ”。事实上,在一阶逻辑中,“ $\neg\exists xP(x)$ ”与“ $\forall x\neg P(x)$ ”是完全等价的,因此就不难理解所有满足“Neg+Wh+VP”或“Wh+Neg+VP”的这两类语句在语义上的等价性,也就不难理解在前类中的疑问代词要用存在量词来量化,而后类中的疑问代词要用全称量词来量化。因为“没有谁会游泳”就表示“不存在某个人会游泳”,这时是对“会游泳”的主语部分进行否定;而“谁也不会游泳”就表示“对论域(即她们几个人)中的所有人而言,都不会游泳”,这时是对“会游泳”这一谓语部分进行否定。可见,使用适合的逻辑知识,就可以大批量地处理各种自然语言现象,提高工作效率。

另一方面可能的原因是:自然语言逻辑的逻辑传统倾向的“副作用”所致。传统逻辑在对自然语言的现象特征进行广泛搜索之后,抽象出逻辑题材或逻辑思想,然后构造逻辑形式系统并讨论系统的逻辑性质,因而其逻辑抽象就远离了自然语言自身的构造;而且其刻画自然语言句法或语义的工具所显示出来的冗余性,使得语言学学者认为使用逻辑学知识进行研究“让问题变得更加复杂,而不是更加简单”。比如,类型逻辑语法就属于这一倾向。目前,逻辑传统的倾向在逐步减弱,作为自然语言语义表现的逻辑系统从自然语言到逻辑表达式的翻译,其模型是自然语言的间接语义解释,倾向于不再注重逻辑系统的元逻辑性质讨论,并采取多种逻辑手段的混合以满足自然语言研究的需要,比如,蒙太格的内涵逻辑就是如此。所以,自然语言逻辑研究还存在另一种倾向——语言学倾向,该倾向有别于逻辑传统倾向,一般满足句法和语义的对应原则和意义组合原