

甲骨学知识图谱构建 方法研究

熊晶◎著



非外借



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

本书得到国家自然科学基金项目(U1504612),教育部、国家语委甲骨文等古文字研究与应用专项重点项目(YWZ-J023, YWZ-J010),河南省科技发展计划项目(182102310039)等的资助

甲骨学知识图谱构建方法研究

熊 晶 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

甲骨学知识图谱构建方法研究 / 熊晶著. —北京: 科学技术文献出版社, 2019. 1
ISBN 978-7-5189-5201-4

I. ①甲… II. ①熊… III. ①甲骨学 IV. ①K877.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 023249 号

甲骨学知识图谱构建方法研究

策划编辑: 张丹 责任编辑: 马新娟 责任校对: 张叫咪 责任出版: 张志平

出版者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882870 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官方网址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京虎彩文化传播有限公司
版 次 2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷
开 本 710×1000 1/16
字 数 328千
印 张 18.25
书 号 ISBN 978-7-5189-5201-4
定 价 78.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

自 1899 年甲骨文首次被发现以来，经过 120 年的发展，甲骨文的研究已形成一门具有严密规律、有丰富研究资料和多方面研究课题的学科——甲骨学。甲骨学和语言文字学、历史学、考古学、古代科技史、历史文献学、人类学等学科有着紧密的联系，因此，研究甲骨文不能孤立地以释读甲骨片上的文字为对象，还应该考虑其与相关学科的关系。然而，传统的甲骨文研究方式难度极大，培养一名甲骨文专家需要一二十年甚至更长的时间，这严重阻碍了甲骨文的研究进展。利用计算机科学和信息技术改善传统的研究方式，综合语言学、逻辑学、哲学、计算机科学、人工智能、数学和统计学等学科来进行甲骨文信息处理的研究是解决或缓解这一问题的有效途径。因此，计算甲骨学应运而生。

计算甲骨学研究过程中存在的突出矛盾是对甲骨文专家的依赖性高，而专家知识及现有成果的共享率却很低，分析其原因主要是割裂了与甲骨文息息相关的其他学科知识联系和忽视了甲骨文的知识演化。构建知识图谱可以缓解或解决该矛盾，以此为研究目标则问题转化为如何从多源异构数据集中发现实体和建立实体间的语义关系。首先构建基于文献计量学的科学知识图谱(mapping knowledge domains, MKD)来发现实体及其关系，再与利用基于知识库的知识图谱(knowledge graph, KG)构建方法抽取的实体及关系进行整合。然后通过实体消歧、关系融合得到兼具图和谱双重特征的融合图谱。本体为知识图谱提供概念模型和



逻辑基础，用基于本体和规则的知识推理挖掘隐含的语义关系，最终形成甲骨学知识图谱。通过解决语义相似度和相关度计算、规则自动挖掘这两个关键问题达到研究目标。本书研究成果对领域专家知识的表示、共享和重用具有重要的理论意义和实际价值，对甲骨学的研究与发展起到重要的推动作用，为领域知识图谱构建提供新思路。

本书的主要内容和组织结构如下。

第一章主要叙述了本书的研究背景、研究意义，并简要介绍了研究内容和研究目标，指明了本书的特色和创新之处。

第二章介绍了目前甲骨学的研究现状与进展，主要是从传统的甲骨学研究角度进行阐述的。

第三章详细介绍了计算甲骨学的研究现状和进展，系统介绍了计算甲骨学涉及的各个方面，为后续构建甲骨学知识图谱奠定了基础。

第四章介绍了甲骨学知识表示与推理，主要包括甲骨文本体库的构建、基于本体的知识推理及其他类型的甲骨学知识网络。

第五章介绍了知识图谱的基本理论和技术，并简要介绍了图数据库相关技术。

第六章详细介绍了甲骨学知识图谱构建方法，分别从基于文献计量学的科学知识图谱的构建和基于知识库的知识图谱的构建两个方面进行阐述，最后综合两者的优势，构建甲骨学知识图谱。

第七章是总结与展望，对全书内容进行了概括，并对存在的问题和后续研究思路进行了展望。

在本书的撰写过程中，安阳师范学院计算机与信息工程学院的领导及同事给予了大力支持，他们在本书的撰写过程中付出了



大量的劳动。特别感谢安阳师范学院计算机与信息工程学院焦清局博士、史小松老师、吴琴霞老师、高峰老师，以及安阳师范学院历史与文博学院仇利萍博士。同时，本书的撰写还得到了浙江传媒学院栗青生教授的帮助。在此一并表示衷心感谢。

本书的相关工作得到了国家自然科学基金项目（U1504612），教育部、国家语委甲骨文等古文字研究与应用专项重点项目（YWZ-J023，YWZ-J010），国家社会科学基金重大委托项目（16@ZH017A3），河南省科技发展计划项目（182102310039），河南省高校重点科研项目（17A520002），教育部“甲骨文信息处理”创新团队，教育部甲骨文信息处理重点实验室，河南省甲骨文信息处理重点实验室，以及汉语海外传播河南省协同创新中心的资助和大力支持，在此表示衷心的感谢。书中列举了主要的参考文献，在此对所引参考文献的作者和出版机构表示感谢。感谢科学技术文献出版社张丹编辑的辛勤劳动和大力帮助。

由于书中部分来自网络的资料未能详尽标注作者及文献资料来源，疏漏之处在所难免，在此一并对文献资源作者表示感谢。由于笔者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各位读者批评指正。

熊 晶

于安阳师范学院

2019年1月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景及研究意义	1
1.2 研究内容	3
1.2.1 研究基于 MKD 的甲骨学知识图谱构建	3
1.2.2 研究基于 KG 的甲骨学知识图谱构建	3
1.2.3 研究甲骨文语义相似度和相关度计算	4
1.2.4 研究基于本体和规则的知识推理	5
1.2.5 研究甲骨文知识图谱的可视化	5
1.3 研究目标	5
1.4 特色与创新	6
1.5 组织结构	6
1.6 本章小结	7
第二章 甲骨学研究	11
2.1 甲骨学基本概念	11
2.2 甲骨学与其他学科的关系	13
2.3 甲骨文的特点	16
2.3.1 甲骨文文字特点	16
2.3.2 甲骨文语法特点	18
2.3.3 甲骨文拓片特点	27
2.4 甲骨文考释与缀合	29
2.4.1 甲骨文考释	29
2.4.2 甲骨文缀合	32
2.5 本章小结	36



第三章 计算甲骨学研究	38
3.1 甲骨文数字化及数字化出版	38
3.1.1 甲骨文数字化	38
3.1.2 甲骨文数字化出版	46
3.2 甲骨文数据化	47
3.3 甲骨文语料库构建	55
3.3.1 甲骨文语义词典构建	63
3.3.2 甲骨文分词算法	67
3.4 甲骨文机器翻译	73
3.4.1 古籍文字机器翻译研究	74
3.4.2 甲骨文计算机辅助翻译系统	76
3.4.3 基于本体的甲骨文机器翻译优化	81
3.5 甲骨文图像处理与模式识别	83
3.5.1 甲骨文检测与识别	83
3.5.2 甲骨文计算机辅助缀合	88
3.6 甲骨文大数据知识服务平台	93
3.7 本章小结	99
第四章 甲骨学知识表示与推理	105
4.1 甲骨文本体	105
4.1.1 甲骨文内容本体	106
4.1.2 甲骨文常识本体	111
4.1.3 甲骨文文献本体	112
4.2 基于本体的检索优化	116
4.3 甲骨刻辞网络	117
4.4 甲骨字网络	122
4.5 甲骨文可拓模型	127
4.5.1 可拓学研究	128
4.5.2 甲骨卜辞释义的可拓表示	130
4.6 甲骨文文本与图像语义融合表示	138
4.6.1 基于大数据的甲骨文释读	139



4.6.2	甲骨文大数据建设	140
4.6.3	甲骨文统一语义表示	144
4.6.4	甲骨文整体释读模型	146
4.7	甲骨文知识推理	150
4.7.1	基于本体的知识推理	150
4.7.2	基于甲骨刻辞网络的知识推理	153
4.7.3	基于甲骨字网络的知识推理	155
4.7.4	基于甲骨可拓模型的知识推理	158
4.8	甲骨文关联数据挖掘	160
4.8.1	基于 XML Schema 的 RDF 数据转换	162
4.8.2	基于关系数据库的 RDF 自动转换	163
4.8.3	甲骨文大规模语义数据处理	163
4.9	本章小结	167
第五章 知识图谱研究及应用		171
5.1	知识图谱概述	171
5.1.1	MKD 研究现状	172
5.1.2	MKD 常见工具	174
5.1.3	KG 研究现状	178
5.1.4	MKD 与 KG 的区别和联系	183
5.2	图数据库研究现状	185
5.2.1	图数据库概述	185
5.2.2	OrientDB	188
5.2.3	Titan	189
5.2.4	OpenLink Virtuoso	190
5.2.5	AllgroGraph	191
5.2.6	Stardog	192
5.3	知识图谱构建	194
5.3.1	知识图谱构建理论与方法	194
5.3.2	知识图谱构建的主要技术	197
5.3.3	知识图谱与深度学习	201
5.3.4	垂直知识图谱的构建	205



5.3.5	知识图谱的半自动构建	208
5.4	知识图谱应用	213
5.4.1	通用知识图谱和领域知识图谱	213
5.4.2	语义集成	215
5.4.3	语义搜索	215
5.4.4	基于知识的问答	217
5.5	本章小结	219
第六章	甲骨学知识图谱构建方法	227
6.1	甲骨学知识图谱构建框架	228
6.2	甲骨学文献语义检索	229
6.3	基于 MKD 的甲骨学知识图谱	239
6.3.1	甲骨学 MKD 绘制	239
6.3.2	基于本体的甲骨学 MKD 扩展	242
6.4	基于 KG 的甲骨学知识图谱	250
6.4.1	基于甲骨学 MKD 的实体发现与关系抽取	250
6.4.2	基于关系数据库的实体发现与关系抽取	255
6.4.3	基于本体的实体发现与关系抽取	256
6.4.4	基于图文资料库的实体发现与关系抽取	259
6.5	甲骨学知识图谱融合及可视化	269
6.5.1	实体消歧	270
6.5.2	知识图谱可视化	271
6.6	本章小结	275
第七章	总结与展望	278
7.1	总结	278
7.2	展望	280

第一章 绪论

1.1 研究背景及研究意义

甲骨文是中国的一种古老文字，又称“契文”、“甲骨卜辞”、殷墟文字或“龟甲兽骨文”，是汉字的早期形式，是现存中国王朝时期最古老的一种成熟文字，最早出土于河南省安阳市殷墟，是殷商晚期历史的记载。甲骨文属于商朝（公元前17世纪—公元前11世纪）的文化产物，距今有3600多年的历史。记载了商代晚期祭祀、占卜的情况，历史内容非常丰富，涉及商代王室的王事、农业、天象、吉凶、祭祀、征伐、使令、往来、婚娶等广泛的社会活动，具有重要史料价值^[1]。作为中国迄今发现最早的一种成熟文字系统，甲骨文在古代汉语的研究和学习中发挥着重要的作用^[2]。甲骨文等古文字不仅是语言符号，还记录了古人的生活习俗、思想观念等内容，具有极其重要的学术价值和文化遗产保护价值^[3]。

从1899年甲骨文首次被发现以来，一批又一批的专家学者开始从事甲骨文的研究，经过100多年的发展，甲骨文的研究现已形成一门具有严密规律、有丰富研究资料和多方面研究课题的学科——甲骨学^[4]。甲骨学和语言文字学、历史学、考古学、古代科技史等学科有着紧密的联系，因此，甲骨文研究不能孤立地以释读甲骨片上的文字为对象。然而，传统的甲骨文研究方式难度极大，目前甲骨文字只有少数人能够辨识和理解，培养一名甲骨文专家需要一二十年甚至更长的时间^[5]，这严重阻碍了甲骨文的研究进展。利用信息技术改善传统的研究方式，综合语言学、逻辑学、哲学、计算机科学、人工智能、数学和统计学等学科来进行甲骨文信息处理的研究（我们称之为“计算甲骨学”），是解决或缓解这一问题的有效途径。

目前，甲骨文信息处理研究取得了一些可喜成绩：江铭虎等^[6]建立的甲骨文字库已收录3000多个甲骨文字，对其中已考释的1000多个甲骨文字用现代汉字、音、意、词性、属性等做出了详尽的标注解；美国、中国香



港和中国台湾等国家和地区也进行了计算机甲骨文字库方面的研究^[5]；安阳师范学院甲骨文信息处理河南省重点实验室在计算机辅助甲骨缀合^[7-11]、语料标注^[12-15]、甲骨文字编辑及字形计算^[16-21]、甲骨文数字化^[22-26]、甲骨文释文机器翻译^[27-30]、甲骨文图像处理^[31-33]、甲骨文语义计算与知识管理^[1,20,34-41]等方面也取得了较多研究成果。

笔者于2010年7月进入河南省甲骨文信息处理重点实验室培育基地从事甲骨文信息处理研究工作，主要负责甲骨文本体构建、甲骨文语义分析、甲骨文知识图谱。经过多年的研究积累，在甲骨文信息处理方面取得了一系列的研究成果，涵盖甲骨学研究的以下内容：

①设计和实现了甲骨文分词算法，准确率和召回率可达到92%以上；

②建立了较大规模的甲骨文语料库，并标注了部分语料；

③建立了含有2425条甲骨卜辞及其对应的2425条现代汉语的翻译实例库，研究了甲骨文机器翻译应用；

④提出了“双向活动铰接法”的甲骨文本体构建模型，并建立了一系列的甲骨文本体，如商王世系本体、祭祀本体、甲骨文文献本体、甲骨文内容本体、甲骨文常识本体等，还研究了甲骨文本体在语义查询和本体推理方面的应用，验证了本体推理在知识挖掘方面的优势；

⑤研究了本体在词汇语义关系标注方面的应用；

⑥研究了本体在SOA服务发现方面的优势；

⑦研究了本体在知识管理方面的应用；

⑧验证了信息检索中本体语义关系对提高查准率和查全率的作用；

⑨研究了基于关系数据库的甲骨文本体半自动化构建方法，可从ER模型中抽取本体概念及属性，利用数据库记录生成本体实例；

⑩研究了面向大规模甲骨文基础数据的语义挖掘和语义处理，探索了“甲骨文知网”的构建方法；

⑪搭建了基于本体的甲骨文文献共享平台，提供甲骨文文献的智能检索功能。

但是，以上研究均是针对甲骨文字本身的，而忽略了与甲骨文息息相关的其他学科背景知识，也忽略了甲骨文的知识演化历程，如甲骨文、金文、小篆、隶书、楷书、草书、行书等书体变化，汉字结构上的自然流变，以及与现代汉语的传承关系等。目前这一问题的解决依赖于甲骨学专家的文献查阅程度及其学术积累，但这是一个长期的过程，而且专家的知识无法有效共



享和重用，往往专家需要重复解决同一个问题。如何采取有效的手段充分共享已有的研究成果和专家知识？知识图谱具有“图”和“谱”的双重特性，既是可视化的知识图形，又是序列化的知识谱系，可以胜任这一工作。基于此，我们提出了构建甲骨学知识图谱的研究课题。

本书聚焦甲骨学知识图谱的研究，其意义在于：为甲骨文信息处理研究提供新的思路 and 理论依据；使专家知识得到有效的共享和重用；对甲骨文的研究和推广、提高甲骨文数字化展示等有着重要的推动作用和现实意义；为其他学科领域的知识图谱构建提供新的方法和参考借鉴。

1.2 研究内容

本书主要是研究甲骨学知识图谱的构建方法，具体而言，通过融合基于文献计量学的科学知识图谱^[42-44]（mapping knowledge domains, MKD）和基于知识库的知识图谱^[45-47]（knowledge graph, KG）两种知识图谱，从多源异构的数据源中获取甲骨学知识实体，发现实体间的关联关系，利用可视化技术显示出甲骨学的知识网络。

1.2.1 研究基于 MKD 的甲骨学知识图谱构建

由于甲骨文的古籍特性，使得甲骨学研究必须充分依赖大量的文献资料，而科学知识图谱在文献计量方面极具优势。研究甲骨文不能孤立地以甲骨片上的文字为研究对象，而应该从甲骨文的研究意义出发，揭示甲骨文与其他相关学科的知识联系。甲骨文研究需要借助相关的辅助学科，例如，借助考古学，去解决甲骨出土问题；借助历史学和文献学，去解决甲骨文中的殷商历史问题；借助语言学，去解决甲骨文字的问题^[48]。同时，甲骨文的研究又促使相关学科的充实和发展，使得甲骨文研究延伸到其他学科领域，更大地发挥甲骨文研究的作用。这些学科的相关文献对甲骨学的研究起到积极的作用。现有的 MKD 绘制方法较多，如词频分析法、共引分析法、共词分析法、聚类分析法、社会网络分析法等^[49]，选择合适的方法将甲骨文及其辅助学科的知识直观地表现出来是研究内容之一，而且 MKD 还可以发现大量的实体关联关系。

1.2.2 研究基于 KG 的甲骨学知识图谱构建

基于 KG 构建甲骨学知识图谱的关键就是从多源异构的数据集中发现实



体及抽取实体之间的关系。实体抽取包括获取实体、类（实体所属的类别）、关系等多种元素。目前，我们已积累了多种形式甲骨文研究成果，包括甲骨文文献资源、甲骨文数据库、甲骨文语料库（部分已标注）、甲骨文语义词典、甲骨文本体库、甲骨文图文资料库、甲骨文机器翻译实例库等，而且构建甲骨文 MKD 之后，将产生一种新的数据集类型。从这些异构的数据集中抽取实体及关系需要分别针对结构化、半结构化和非结构化数据进行处理。

实体抽取部分的重点研究内容是实体消歧。甲骨文信息处理中的实体消歧除了传统的同义词、一词多义现象外，还有一类特有的现象——对古籍资料考释不统一、不确定。

关系抽取分为分类关系抽取（taxonomy）和非分类关系抽取（attitude value pairs, AVP），其中 AVP 抽取是重点内容。相比较基于 Wiki 类资源或垂直网站的信息框进行 AVP 抽取而言，从甲骨文数据集中抽取 AVP 有更大的难度。

从各数据源中抽取的候选实体及实体关系仅仅是一个个孤立的抽取图谱（extraction graphs），为构建甲骨学知识图谱，还需要将这些信息孤岛进行整合和集成。因此，集成时关系融合也是研究内容之一，即去掉重复关系，识别包含关系和继承关系等。

1.2.3 研究甲骨文语义相似度和相关度计算

语义相似度是指两个实体（或概念）之间存在某些共同特性。相似度计算通常考虑 is-a 关系；语义相关度是指两者之间可能不存在相似性，但是可以通过某些其他关系关联起来。相关度计算通常考虑 is-a 之外的关系，如 part-of 关系等。本书在实体关系抽取、实体消歧、抽取图谱的集成、知识推理等方面均会涉及相似度和相关度的计算。我们采取的解决方案之一是基于甲骨文本体、基于依存句法实现语义相似度和相关度的计算。

甲骨文专家研究发现甲骨文同现代汉语有许多相同之处，如造字法、用字法、词的分类和句型等。商代人对事物的认识也与现代人大同小异：甲骨文所载卜辞大体可分为名物类（包括地理、天象、建筑、时间、空间、方位、物品、人、鬼神、动植物、组织、称谓等）、事件类（包括生产、生活、军事行动、占卜、祭祀等）、性质状态类、数量类等。HowNet^[50]规定了现代汉语最基本的运算单元，即万物（包括物质和精神）、部件、属性、



属性值、事件、时间和空间等。HowNet 在语义相似度和相关度计算方面有着广泛的应用，因此考虑在 HowNet 体系上构建“甲骨文知网”，将甲骨文同现代汉语在语义上进行融合，从而扩充 HowNet 的语义计算范围。我们采取的解决方案之二是基于扩充后的 HowNet 实现语义相似度和相关度的计算。

1.2.4 研究基于本体和规则的知识推理

这一阶段的研究内容是在已表示的知识基础上，利用知识推理发现更多的隐含知识，挖掘实体间更多的潜在语义关联。知识推理包含两个部分：一是基于本体的推理，即利用甲骨文本体已经定义好的关系（既有 kind-of、instance-of、property-of、part-of、equivalence 等通用关系，也有甲骨学领域涉及的商王世系、占卜事件、地理位置、时间空间等复杂的语义关系）和公理进行推理，如充分利用关系的传递性、自反性等进行推理；二是基于规则的推理，即需要书写显式的规则来表示本体无法直接完成的推理，如因果关系、甲骨字考释、甲骨文分期断代的判定、残辞拟补等。

1.2.5 研究甲骨文知识图谱的可视化

通过综合 MKD 和 KG 两种方法构建甲骨学知识图谱，既需要从宏观上展示甲骨学及其相关学科的知识联系、发展演化和知识群落，又需要从微观上展示甲骨学描述的人、事、物之间的关联关系。因此，甲骨学知识图谱是一个可视化的多维度的立体网络图，这也是值得研究的内容之一。

1.3 研究目标

通过完成上述研究内容，达到以下研究目标。

①揭示甲骨学及其辅助学科的知识联系及发展演化历程，为甲骨文考释提供关联线索。

②探索从多源异构数据集中抽取实体和实体间关联关系的方法，丰富知识图谱的构建方法。

③综合 MKD 和 KG 构建甲骨学知识图谱，将甲骨文研究成果和专家知识进行有效的共享和可视化显示，获取甲骨学领域具有相当规模的关联数据。



1.4 特色与创新

本书选择的研究对象甲骨文是中华民族传统文化的瑰宝，结合甲骨文故乡——安阳的地域优势及安阳师范学院的特色学科优势，综合多学科领域，利用先进的计算机科学和信息技术，从现代化的“计算甲骨学”角度来研究古老的甲骨文字是本书的主要特色。本书的创新之处在于以下几方面。

①突破大多数甲骨文数字化研究仅关注甲骨文字本身的局限，考虑了甲骨文与其他息息相关的学科之间的联系及甲骨文的历史演变。

②针对甲骨学的古籍特点，将 MKD 和 KG 这两类知识图谱有机地结合，充分发挥各自的优势，从宏观和微观两个层面上构建甲骨学知识图谱。

③分析现代汉语与甲骨文的延续关系，在 HowNet 体系之上构建“甲骨文知网”，扩展和延伸 HowNet 的语义描述范围。

④采用甲骨文文献的碎片化标注，对文献中所有的甲骨文图片字体进行语义标注，从而解决目前文献检索中无法基于甲骨图片操作的问题。

⑤通过构建甲骨文知识图谱，建立甲骨文知识节点之间的关联关系，将甲骨文著录与甲骨文文献以考释线索为链进行串联，为甲骨文专家从事文献研究和甲骨文考释提供基于知识推理的智能服务。

1.5 组织结构

本书的主要内容和组织结构如下。

第一章主要叙述了本书的研究背景、研究意义，并简要介绍了研究内容和研究目标，指明了本书的特色和创新之处。

第二章介绍了目前甲骨学的研究现状与进展，主要是从传统的甲骨学研究角度进行阐述的。

第三章详细介绍了计算甲骨学的研究现状和进展，系统介绍了计算甲骨学涉及的各个方面，为后续构建甲骨学知识图谱奠定了基础。

第四章介绍了甲骨学知识表示与推理，主要包括甲骨文本体库的构建、基于本体的知识推理及其他类型的甲骨学知识网络。

第五章介绍了知识图谱的基本理论和技术，并简要介绍了图数据库相关技术。



第六章详细介绍了甲骨学知识图谱构建方法,分别从基于文献计量学的科学知识图谱的构建和基于知识库的知识图谱的构建两个方面进行阐述,最后综合两者的优势,构建甲骨学知识图谱。

第七章是总结与展望,对全书内容进行了概括,并对存在的问题和后续研究思路进行了展望。

1.6 本章小结

本章简要概述了本书的研究背景和研究意义、研究内容和研究目标,介绍了甲骨学知识图谱的构建方法中的两种基础图谱:基于文献计量学的科学知识图谱、基于知识库的知识图谱。本书聚焦于甲骨学的计算机处理方法研究,具有较强的学科特色和学术创新。最后对本书的主要内容和组织结构进行了叙述。

参考文献

- [1] 熊晶,高峰,吴琴霞. 甲骨文大规模基础数据的语义挖掘研究 [J]. 现代图书情报技术, 2015 (2): 7-14.
- [2] 陈光田. 古文字与古代汉语学习的关系研究 [J]. 新乡学院学报 (社会科学版), 2010, 24 (4): 125-127.
- [3] 顾绍通. 甲骨文数字化处理研究述评 [J]. 西华大学学报 (自然科学版), 2010, 29 (5): 38-42.
- [4] 王宇信. 甲骨学通论: 增订本 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1999.
- [5] 江铭虎. 自然语言处理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [6] 江铭虎, 邓北星, 廖盼盼, 等. 甲骨文字库与智能知识库的建立 [J]. 计算机工程与应用, 2004 (4): 45-47.
- [7] 王爱民, 葛文英, 赵哲, 等. 龟甲类甲骨文碎片计算机辅助缀合研究 [J]. 计算机工程与设计, 2011, 32 (10): 3570-3573.
- [8] 王爱民, 葛彦强, 刘国英, 等. 计算机辅助甲骨文缀合关键技术研究 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (7): 1612-1614.
- [9] 王爱民, 葛彦强, 刘国英, 等. 甲骨文计算机辅助缀合技术研究 [J]. 中国科技信息, 2010 (4): 43-46.
- [10] 王爱民, 刘国英, 葛文英, 等. 甲骨文计算机辅助缀合系统设计 [J]. 计算机工程与应用, 2010, 46 (21): 59-62.