

东南土木

青年教师

科研论丛

人工智能技术 在建设工程争议解决中的应用

成于思 著

Artificial Intelligence for
Construction Dispute Resolution

东南大学出版社

东南土木·青年教师·科研论丛

人工智能技术在建设工程争议 解决中的应用

成于思 著

国家自然科学基金青年科学基金(No. 71601047)

中国博士后科学基金(No. 2015M581706)

中央高校基本科研业务项目(No. 2242017K40216)



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 提 要

建设工程争议的频繁发生降低了建设项目的效率,浪费了工程资源,对项目产生负面影响。同时,在工程争议解决的过程中,相似的问题经常重复发生,如何从过去的争议中提取有用的信息,提高工程争议解决效率,甚至减少争议的发生,引起了研究人员的广泛关注。本书将人工智能技术引入工程争议领域,构建工程争议案例库,对争议案例进行关联规则挖掘和争议结果预测,为工程争议解决提供了全新的思路。本书提出的法律论证图式模型推动了工程争议的法律推理过程的结构化建模,是争议解决领域智能化的基础;利用关联规则挖掘得到的工程质量缺陷之间的规律,可以在施工之前起到预警作用,防止缺陷发生,进而预防缺陷争议的产生,而在工程质量争议已经发生的时候,可以预测缺陷的原因和责任方;预测工程争议结果帮助争议双方了解输赢的可能性,一定程度地减小在争议上的支出。本书构建的案例库可以成为工程索赔研究和工程法律研究的基础平台。

本书可供工程争议、人工智能、法律推理等领域的研究人员和工程合同管理及工程法律从业人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能技术在建设工程争议解决中的应用/
成于思著. —南京:东南大学出版社,2018.10

(东南土木青年教师科研论丛)

ISBN 978-7-5641-8030-0

I. ①人… II. ①成… III. ①人工智能-应用-建筑工程-研究 IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 229008 号

人工智能技术在建设工程争议解决中的应用

著 者 成于思

出版发行 东南大学出版社

社 址 南京市四牌楼 2 号 邮编:210096

出 版 人 江建中

责任编辑 丁 丁

编辑邮箱 d.d.00@163.com

网 址 <http://www.seupress.com>

电子邮箱 press@seupress.com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

版 次 2018 年 10 月第 1 版

印 次 2018 年 10 月第 1 次印刷

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 9

字 数 225 千

书 号 ISBN 978-7-5641-8030-0

定 价 38.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

序

作为社会经济发展的支柱性产业,土木工程是我国提升人居环境、改善交通条件、发展公共事业、扩大生产规模、促进商业发展、提升城市竞争力、开发和改造自然的基础性行业。随着社会的发展和科技的进步,基础设施的规模、功能、造型和相应的建筑技术越来越大型化、复杂化和多样化,对土木工程结构设计理论与建造技术提出了新的挑战。尤其经过三十多年的改革开放和创新发展,在土木工程基础理论、设计方法、建造技术及工程应用方面,均取得了卓越成就。特别是进入 21 世纪以来,在高层、大跨、超长、重载等建筑结构方面成绩尤其惊人,国家体育场馆、人民日报社新楼以及京沪高铁、东海大桥、港珠澳桥隧工程等高难度项目的建设更把技术革新推到了科研工作的前沿。未来,土木工程领域中仍将有许多课题和难题出现,需要我们探讨和攻克。

另一方面,环境问题特别是气候变异的影响将越来越受到重视,全球性的人口增长以及城镇化建设要求广泛采用可持续发展理念来实现节能减排。在可持续发展的国际大背景下,“高能耗”“短寿命”的行业性弊病成为国内土木界面临的最严峻的问题,土木工程行业的技术进步已成为建设资源节约型、环境友好型社会的迫切需求。以利用预应力技术来实现节能减排为例,预应力的实现是以使用高强高性能材料为基础的,其中,高强预应力钢筋的强度是建筑用普通钢筋的 3~4 倍以上,而单位能耗只是略有增加;高性能混凝土比普通混凝土的强度高 1 倍以上甚至更多,而单位能耗相差不大;使用预应力技术,则可以节省混凝土和钢材 20%~30%,随着高强钢筋、高强等级混凝土使用比例的增加,碳排放量将相应减少。

东南大学土木工程学科于 1923 年由时任国立东南大学首任工科主任的茅以升先生等人首倡成立。在茅以升、金宝楨、徐百川、梁治明、刘树勋、丁大钧、方福森、胡乾善、唐念慈、鲍恩湛、蒋永生等著名专家学者为代表的历代东大土木人的不懈努力下,土木工程系迅速壮大。如今,东南大学的土木工程学科以土木工程学院为主,交通学院、材料科学与工程学院以及能源与环境学院参与共同建设,目前拥有 4 位院士、6 位国家千人计划特聘专家和 4 位国家青年千人计划入选者、7 位长江学者和国家杰出青年基金获得者、2 位国家级教学名师;科研成果获国家技术发明奖 4 项,国家科技进步奖 20 余项,在教育部学位与研究生教育发展中心主持的 2012 年全国学科评估排名中,土木工程位列全国第三。

近年来,东南大学土木工程学院特别注重青年教师的培养和发展,吸引了一批海外知名大学博士毕业青年才俊的加入,8 人入选教育部新世纪优秀人才,8 人在 35 岁前晋升教授或博导,有 12 位 40 岁以下年轻教师在近 5 年内留学海外 1 年以上。不久的将来,这些青年学者们将会成为我国土木工程行业的中坚力量。

时逢东南大学土木工程学科创建暨土木工程系(学院)成立 90 周年,东南大学土木工程学院组织出版《东南土木青年教师科研论丛》,将本学院青年教师在工程结构基本理论、新材料、新型结构体系、结构防灾减灾性能、工程管理等方面的最新研究成果及时整理出版。本丛书的

出版,得益于东南大学出版社的大力支持,尤其是丁丁编辑的帮助,我们很感谢他们对出版年轻学者学术著作的热心扶持。最后,我们希望本丛书的出版对我国土木工程行业的发展与技术进步起到一定的推动作用,同时,希望丛书的编写者们继续努力,并挑起东大土木未来发展的重担。

东南大学土木工程学院领导让我为本丛书作序,我在《东南土木青年教师科研论丛》中写了上面这些话,算作序。

中国工程院院士: 吴志涛

2013.12.23

前言

随着建筑业的改革开放和工程建设规模的不断扩大,建筑业已成为我国国民经济的支柱产业之一。然而,缺乏对信息技术的重视和利用成为建筑业劳动生产率一直低于制造业的原因之一。同时,由于建设工程频繁的变更导致了工程争议的不断发生,降低了正常工作的效率,浪费了工程资源,对项目产生负面影响。工程争议使得合作双方关系紧张,同时,原本被用于按质按量完成工作的各种资源,如金钱和时间,都被投入到争议解决中。当争议升级时,可能出现中止合同、合作破裂的结果。根据上海市第二中级人民法院审判白皮书可知,2009年共受理建筑工程纠纷204件,受案标的总额8.21亿元。按照平均一个案件4000万元估计,仅审理费用和律师费用大概需要花费2.6亿元(按分段累计计算得到)。

争议从发生到解决是一个决策过程,其中包括了发现问题、分析问题和做出决策。在工程争议领域,相似的问题经常重复发生,而过去的解决方案可以给当前争议管理提供帮助。从过去的争议中得到的有用信息,如某些特定的条件导致了怎样的问题等,可以对当前的工作提出预警,减小争议的发生概率。有效地利用信息技术可以从过去的争议案例中挖掘知识和经验,进而提高管理水平,预防争议发生,而当争议已经发生时,迅速找到解决方案,促进双方达成一致,减少在争议解决上的花费,最终帮助工程建设高效平稳地进行。

研究从收集整理已发生的工程争议案例开始。从公开的法院裁判文书库中下载工程争议判决书,经过整理后得到与本研究相关的219份争议解决样本。利用统计分析方法和工具初步分析样本数据,得到工程缺陷分布情况、争议论证过程中证据使用的分布情况和项目属性的分布情况。对样本进行相关性检验得到结论:业主是否从事房地产相关业务影响了项目缺陷上的费用;业主是否从事房地产相关业务与工程变更争议判决结果无关;合同类型与工程变更争议判决结果无关。

尽管判决书蕴含了争议解决的有用信息,但由于判决书属于非结构化数据,而非结构化数据的分析和处理技术目前还处于初始阶段,因此,利用数据库的数据模型构建方法将判决书中的文本信息转换为计算机可处理的数据形式。判决书中记载的信息有三种:争议基本信息、争议中的法律论证过程信息和争议涉及特定工程信息,分别建立三种关系数据模型。其中的法律论证过程信息是人工智能中的逻辑推理模型与法律推理方法的结合,而本书针对建设工程争议的特点,进一步归纳总结出工程争议解决中常用的16种法律论证图式。工程争议案例库是本研究的基础,后续的人工智能技术(如关联规则挖掘算法和预测算法)都是针对案例进行分析,提取有用信息。

在建设工程质量争议解决过程中,质量缺陷的原因极大影响争议双方的责任分配。而已构建的争议案例库中的争议涉及特定工程信息中记载了质量争议中质量缺陷的因果关系。以争议案例中的信息为样本,利用关联规则挖掘算法进一步分析工程质量争议中质量缺陷的关联性,为质量缺陷的责任分配决策提供帮助。在分析过程中,为了解决工程争议的数据稀疏性

问题,在已有的 Apriori 算法基础上,构建分层信息模型,更加灵活地提取工程质量缺陷和质量缺陷因果关系的规律。

本书的第六、七、八章分别利用人工智能技术中的决策树算法、神经网络算法和贝叶斯分类器三种技术预测工程变更争议的判决结果。从争议的论证图式中提取出影响判决结果的因素,建立判决案例集。在决策树算法设计中,针对工程变更争议输入样本的模糊性,构建基于迭代的模糊决策树构造过程。在利用神经网络算法预测工程变更争议的判决结果中,对比分析了 BP 神经网络和概率神经网络的性能,同时,针对工程变更争议的模糊性,改进了 BP 神经网络的输入输出参数,并对输入样本进行预处理。在贝叶斯分类器设计中,对比分析朴素贝叶斯分类器、TAN 分类器和贝叶斯网络分类器。最后,对比分析了三类预测方法的性能指标,以及各自的适用场景。

本书的意义包括:提出的法律论证图式模型推动了工程争议的法律推理过程的结构化建模,是争议解决领域智能化的基础;利用关联规则挖掘得到的工程质量缺陷之间的规律,可以在施工之前起到预警作用,防止缺陷发生,预防缺陷争议的产生,而在工程质量争议已经发生的时候,可以预测缺陷的原因和责任方,辅助分配责任;预测工程变更争议结果可以帮助争议双方了解输赢的可能性,据此做出协商还是坚持己方主张的决策,一定程度上减小双方在争议上的支出;从实际判决中可以看到各法律因素的不同取值下判决结果的不同,进而对比得到法官给各因素的不同权重,更好地理解合同和法律条款的规定。本书构建的案例库可以成为工程索赔研究和工程法律研究的基础平台。以本案例库为基础,可以加入不同种类的争议案例,如场地条件争议等;可以考虑其他的推理模型的应用,如基于案例的推理(CBR)模型等;可以开发各种模块以满足不同的使用需求,如教学、论证过程自动化等。

本书是在笔者博士论文的基础上进一步完善而来的,导师李启明教授在本书的完成过程中一直给予关心并提供了重要的指导,在此一并表示深深的谢意!

在本书的写作过程中,参考了许多国内外相关专家学者的论文和著作,已在参考文献中列出,在此向他们表示感谢!对于可能遗漏的文献,在此也向作者表示歉意。

建设工程争议管理的智能化研究是一个全新的方向,如果广大学者和法律实务界工作者能在本书中得到启发,笔者不胜荣幸。同时书中难免有错漏之处,敬请各位读者批评指正,不胜感激!

成于思

2018年8月于东南大学

目 录

前言

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 问题的提出	2
1.3 研究目的	2
1.4 研究意义	3
1.5 研究内容和技术路线	4
1.5.1 研究内容及方法	4
1.5.2 研究路线	5
1.6 本章小结	6
第二章 文献综述	7
2.1 概述	7
2.2 工程合同争议和法律推理相关文献	7
2.2.1 工程合同争议	7
2.2.2 法律论证	9
2.3 工程质量缺陷相关文献	9
2.4 工程变更相关文献	10
2.5 人工智能算法相关文献	10
2.5.1 CBR 和 RBR	10
2.5.2 决策树算法	11
2.5.3 神经网络算法	12
2.5.4 贝叶斯分类器	13
2.5.5 关联规则挖掘算法	14
2.6 本章小结	15
第三章 工程争议案例基本统计分析	16
3.1 概述	16
3.2 试点调查	16
3.3 数据收集与统计	19

3.3.1 工程质量缺陷争议案例	20
3.3.2 工程变更争议案例	28
3.4 本章小结	32
第四章 工程争议案例库的构建	33
4.1 概述	33
4.2 工程争议中的法律论证模型	33
4.2.1 工程争议中运用的法律论证形式	33
4.2.2 工程争议中的法律论证关系数据模型	39
4.3 工程质量缺陷关系数据模型	42
4.4 本章小结	44
第五章 基于分层关联规则挖掘算法的争议案例分析	45
5.1 概述	45
5.2 概念分层的关联规则算法	45
5.2.1 Apriori 算法	45
5.2.2 概念分层的 Apriori 算法	46
5.2.3 其他形式的分层挖掘算法	48
5.3 算法应用	50
5.3.1 数据预处理	50
5.3.2 质量缺陷挖掘	52
5.4 本章小结	57
第六章 基于模糊决策树算法的工程争议结果预测	59
6.1 概述	59
6.2 工程变更争议特点分析	59
6.2.1 工程变更概念及相关规定	59
6.2.2 工程变更争议判决因素提取	61
6.3 决策树算法及其问题	62
6.3.1 传统决策树算法描述	62
6.3.2 不确定性对决策树的影响	64
6.4 模糊集合理论	66
6.5 模糊决策树算法	67
6.6 利用模糊决策树算法预测工程变更争议判决结果	73
6.6.1 预测算法性能评价指标	73
6.6.2 工程变更争议结果预测	74
6.7 本章小结	77

第七章 基于神经网络的工程争议结果预测	79
7.1 概述	79
7.2 神经网络的基本概念	79
7.3 ANN 算法介绍	80
7.3.1 BP 神经网络	81
7.3.2 概率神经网络	83
7.4 基于 ANN 的分类预测	84
7.5 利用神经网络预测工程变更争议判决结果	85
7.5.1 分类准备	85
7.5.2 ANN 网络设计和性能比较	87
7.6 本章小结	93
第八章 基于贝叶斯分类器的工程争议结果预测	94
8.1 概述	94
8.2 朴素贝叶斯分类器	94
8.2.1 贝叶斯定理	94
8.2.2 朴素贝叶斯分类	95
8.3 贝叶斯分类器	95
8.3.1 贝叶斯网络的概念	95
8.3.2 贝叶斯分类器参数学习	96
8.3.3 贝叶斯分类器结构学习	97
8.4 TAN 分类器	101
8.5 利用贝叶斯分类器预测争议判决结果	102
8.5.1 分类准备	102
8.5.2 朴素贝叶斯分类器和 TAN 分类器结果比较	104
8.5.3 贝叶斯网络分类器结果比较	107
8.6 三种分类器性能比较	109
8.7 本章小结	111
第九章 总结与展望	112
9.1 研究成果	112
9.2 本书创新点	113
9.3 本书不足和展望	114
参考文献	115
附录	124

第一章 绪 论

1.1 研究背景

随着我国经济的发展,建筑业逐渐成为经济系统中的重要组成部分。2006年以来,建筑业增加值占国内生产总值(GDP)的比重始终保持在5.7%以上,2015年达到6.86%,建筑业企业从业人数在2015年达到5 003.4万,占全社会就业人数的6.46%^[1]。然而建筑业的劳动生产率却远远低于制造业的劳动生产率。以2007年为例,建筑业劳动生产率是31 733元/人,而制造业达到137 083元/人。制造业劳动生产率在2006年比上一年增加18.4%,2007年比2006年增加20.1%。相比之下,建筑业劳动生产率在2006年比上一年增加10.4%,2007年比2006年增加12.5%。后者的增幅和增速都要小于前者^[2]。低效的生产阻碍了建筑业的健康发展。

造成这种现象的原因除了行业自身的特点以外,信息技术在建筑业中的利用和开发要远远落后于制造业。工程项目建造过程中的大量资料、遇到的问题和解决方案以及各方的沟通信息等很少被妥善存储和再次利用。实际上,尽管建设项目具有一次性和不可逆性等特点,然而80%以上的建设项目知识在重复使用^[3]。将建设过程中有用的经验和知识有效地管理起来,从中提取新的知识,解决新的问题,这样既可以提高工程建设效率,也可以创造更多的价值。

建设工程中的合同争议被认为是稀缺资源的浪费,对工程建设效率产生不良的影响^[4]。争议使得合作双方关系紧张。同时,原本被用于按质按量完成工作的各种资源,如金钱和时间,都被投入到争议解决中。当争议升级时,可能出现中止合同、合作破裂的结果。尽管如此,合同争议却几乎无法避免。Ren Z.指出,52%的英国建设项目中发生索赔或争议,索赔涉及的金额超过10亿英镑,83%的承包商要求工程延期。Pena-Mora发现,美国平均每年工程冲突和争议的花费达到5亿美元。我国关于工程纠纷解决的费用没有具体的统计数据。根据上海市第二中级人民法院审判白皮书可知,2009年共受理建筑工程纠纷204件,受案标的总额8.21亿元。按照平均一个案件4 000万元估计,仅审理费用和律师费用大概需要花费2.6亿元(按分段累计计算得到)。

争议从发生到解决是一个决策过程,其中包括了发现问题、分析问题和做出决策。在工程争议领域,相似的问题经常重复发生,而过去的解决方案可以给当前争议解决提供帮助^[5]。从过去的争议中得到的有用信息,如某些特定的条件导致了怎样的问题等,可以对当前的工作提出预警,减小争议的发生概率。有效地利用信息技术可以从过去的争议案例中挖掘知识和经验,进而提高管理水平,预防争议发生,而当争议已经发生时,迅速找到解决方案,促进双方达

成一致,减少在争议解决上的花费,最终帮助工程建设高效平稳地进行。

1.2 问题的提出

建设工程合同争议降低了正常工作的效率,消耗了额外的资源,对工程项目产生了负面的影响。然而合同争议又频繁发生,几乎无法避免。其主要原因包括:发包人和承包人的利益不一致,发包人希望降低成本,承包人希望提高利润,当风险事件发生时,都希望能规避风险;建设工程时间长,建造环境复杂,不确定性因素多,而事先签订的合同无法考虑到未来的所有状况,也无法明确地描述各种权利和义务^[6];业主要求的变化导致大量的工程变更等^[6-7]。

常见的工程合同争议有工程变更争议、延期付款争议、工期延迟争议、工程质量缺陷争议、不同场地条件争议、设计错误争议、恶劣的天气条件争议、合同条款解释争议等。其中工程质量缺陷争议涉及工程使用安全和使用价值,对发包人和使用人而言非常重要。而工程变更争议经常发生,直接影响到承包人的利润和发包人的投资,因此也很重要。工程质量缺陷争议判决书中记录了引起争议的工程缺陷的信息(包括位置、特征和材料等)、引起缺陷的原因(包括施工技术问题、维护不当、材料缺陷和设计缺陷等)、发包人证明承包人原因或承包人承担的风险导致缺陷的过程和承包人辩护的过程。工程变更争议判决书中记录了权利主张人证明过程和被告人辩护的过程。同时,判决书还记录了法官在面对各种不同情况时如何做出判决的过程。

从以上的分析可以看出,以往的争议案例判决书中包含着大量有用的信息,这些信息可以用于:对工程争议解决中运用的论证方法进行结构化建模,提取论证中蕴含的逻辑推理规律;发现工程缺陷的规律,避免缺陷的发生;发生缺陷后预测缺陷的因果关系以及责任分配;发生工程变更争议以后快速准确地预测争议结果,根据结果准备协商谈判策略。为了达到以上的目的,人们利用各种信息技术对争议案例进行分析。Park C. S. 等研制了工程缺陷管理系统,设计了缺陷数据收集模板,运用缺陷本体增强系统检索功能^[8]。Sassu M. 等从工程缺陷争议判决中提取与缺陷相关的数据,统计比较了各种类型缺陷的发生频率和发生阶段^[9]。然而以上的工作关注于如何设计存储以及检索和简单的统计数据,并未考虑进一步挖掘数据之间的相关性。由于相关性挖掘是人工智能技术之一,所以考虑利用人工智能技术中的关联规则挖掘技术对存储的数据进行关联性挖掘分析。在案例判决结果预测方面的技术发展较为迅速,专家利用人工智能中的规则推理系统^[10-11]、人工神经网络^[12-13]、案例推理系统^[14]等技术预测争议案例的判决结果。然而,正如 Mahfouz T. S. 所指出的那样,尽管这些系统推动了建设工程的法律决策支持能力,它们的成功受限于没有考虑真正影响诉讼结果的法律概念^[15]。因而本研究在设计建设工程判决预测系统时,详细分析了影响法官判决的法律因素,利用识别的法律因素预测判决结果。除此之外,工程争议判决经常出现的不一致性也不能忽视^[16],这使得争议结果预测有别于一般的人工智能预测算法。此外如何对传统预测算法进行改进也是本书关注的问题之一。

1.3 研究目的

人工智能技术的不断进步为建筑工程领域的知识挖掘提供了很好的支持,同时也有利于

提高工程法律判决系统的性能。本书的主要目的是构建工程合同争议案例库,利用人工智能技术挖掘工程相关和法律相关的知识,预测争议的判决结果,提高工程争议管理、工程质量管理 and 变更管理效率。

工程争议的种类很多,如工程质量缺陷、口头变更争议、不同场地条件争议、恶劣的气候争议等。而本书所关注的争议类型是工程质量缺陷争议和工程变更争议,原因除了这两种争议经常发生,对工程的影响较大以外,还包括:相对于其他争议,判决书中关于这两种争议的描述较为详细,因而提取出的样本信息比较完整;通过这两种争议可以体现出工程合同争议管理的基本流程和可以改进之处。需要说明的是,本书的各种人工智能技术同样适用于其他工程争议。

本书研究目标及所要解决的具体问题主要有:

目标 1:设计关系数据库,将文档类型的争议判决书转换为计算机可处理的数据形式,便于进行挖掘分析。

具体问题:判决书中的法律论证过程如何结构化建模?工程缺陷争议中的缺陷特征、缺陷因果关系如何转换为关系数据库形式?

目标 2:研究工程质量缺陷争议案例和工程变更案例的基本特征,包括工程类型、发包模式、承发包人的主营业务等。

具体问题:发生争议的工程项目的基本特征的分布情况如何?发包人的类型是否影响到缺陷争议上的花费?发包模式是否影响工程变更的判决结果?

目标 3:利用关联规则挖掘技术对数据库中的数据进行挖掘分析,找出缺陷之间的关联性、同一缺陷不同原因之间的关联性等。

具体问题:如何解决缺陷数据库中数据项集过多而导致频繁项集稀少的问题?如何利用层次挖掘算法挖掘因果关系数据?

目标 4:识别影响工程变更争议判决的各项法律因素,并对因素进行量化。

具体问题:在工程变更争议判决中,法官基于哪些因素做出判决?法官判决依据的法理有哪些?各项因素如何表示为计算机可处理的数据?

目标 5:利用人工智能算法进行工程变更争议判决结果预测,并检验算法的性能。

具体问题:各种人工智能算法的原理以及如何改进以解决输入案例的不一致性问题?各种预测算法在争议结果预测方面的性能如何?

1.4 研究意义

本书构建了工程合同争议案例库,并利用人工智能技术对案例进行关联规则挖掘和判例结果预测,研究意义分为三个方面。

(1) 构建工程争议的法律论证模型,设计法律论证关系数据模型,将工程争议判决书中的争议解决论证过程转换为结构化的关系数据模型,这样对实际工程的意义包括:

① 对非结构化的工程争议解决论证过程建模,可以提取得到工程争议的法律论证规律,进一步辅助争议方论证己方观点的合理性,提高胜诉概率。

② 为后续智能化分析(如语义检索、自动推理等)打下基础。

(2) 从工程质量缺陷争议判决书中提取工程缺陷信息,统计缺陷的特征和原因,挖掘缺陷

之间的规律,这样对实际工程的意义包括:

① 在施工之前起到预警作用,防止缺陷发生。

② 在缺陷已经发生时,帮助施工方和监理方找到缺陷的原因以及主动提示可能联动发生的其他缺陷。

③ 发生缺陷后预测缺陷的因果关系以及责任分配。

(3) 从工程变更争议案例中提取影响判决结果的因素,利用人工智能技术中的分类器预测判决结果,这样对实际工程的意义包括:

① 预测工程变更争议结果帮助争议双方了解输赢的可能性,据此做出协商还是坚持己方主张的决策,一定程度上减少双方在争议上的支出。

② 从实际判决中可以看到各法律因素的不同取值下判决结果的不同,进而对比得到法官给各因素的不同权重,更好地理解合同和法律条款的规定。

本书构建的案例库同样适用于工程争议管理信息系统,帮助采集、加工管理过程中产生的信息,提高工程争议管理的信息化水平。除了工程的实际应用价值以外,本书构建的案例库还可以作为工程索赔研究和工程法律研究的基础平台。以本案例库为基础,可以加入不同种类的争议案例,如场地条件争议等;可以考虑其他的推理模型的应用,如 CBR 推理模型等;可以开发各种模块以满足不同的使用需求,如教学、论证过程自动化等。

1.5 研究内容和技术路线

1.5.1 研究内容及方法

(1) 第一章绪论 首先介绍了研究的背景,指出了建筑业的重要性和存在问题,以及合同争议对工程建设的影响。其次提出合同争议给工程建设带来的具体问题,简要分析了目前合同争议研究的不足。接着给出本书的研究目的和研究意义,包括解决了哪些问题和实际中的应用价值。最后介绍本书的研究内容和研究路线。

(2) 第二章文献综述 对国内外关于合同争议的研究从两个角度出发进行综述。其一是法律层面的相关研究,包括法律论证和工程变更相关法理;其二是人工智能技术与法律相结合的相关研究,包括国内外专家研发的法律专家系统和应用于法律推理以及结果预测的各种人工智能技术的发展。

(3) 第三章工程争议案例基本统计分析 对收集的工程合同争议判决书进行统计分析。统计分为三个方面:工程缺陷相关的信息统计,主要统计了缺陷的特征和原因;工程质量缺陷争议的信息统计,主要统计了不同证据和论证策略的使用情况;发生争议的工程信息统计,主要统计了与工程项目有关的特征,包括工程类型、承发包人的主营业务以及发包模式等。

(4) 第四章工程争议案例库的构建 利用关系数据模型将判决书中的信息,即争议基本信息、争议中的法律论证过程信息和争议涉及特定工程信息等转换为计算机可处理的数据形式。其中,重点介绍工程争议中的法律论证模型,以及如何转换成相应的关系数据模型。在此基础上,引入争议基本信息和争议涉及特定工程信息,构建完整的工程争议案例库。

(5) 第五章基于分层关联规则挖掘算法的争议案例分析 首先介绍了人工智能技术中寻

找关联项的算法之一——关联规则挖掘算法。利用该算法挖掘工程质量缺陷争议中的有用信息,得到缺陷发生规律和缺陷因果关系规律。建立分层的信息表示,在不同层次上进行频繁项集搜索,克服传统挖掘遇到的数据稀疏的问题。应用改进的分层挖掘算法对构建的案例库进行挖掘,验证算法的性能,并讨论分析了算法得到的频繁项集和规则。

(6) 第六章基于模糊决策树算法的工程争议结果预测 首先介绍了人工智能技术中用于分类预测的算法之一——决策树分类算法。利用该算法对工程变更争议进行判决结果预测。从案例中提取相应的法律因素,并将之量化,从输入样本中构造决策树,最后验证算法的性能。针对工程争议判决的不一致性,引入模糊数学概念,对传统决策树算法进行修改,使之更适合工程争议的预测。

(7) 第七章基于神经网络的工程争议结果预测 首先介绍了人工智能技术中用于分类预测的算法之一——人工神经网络算法。利用该算法对工程变更争议进行结果预测。同样针对输入数据中的不一致性对输入数据进行预处理,比较了预处理的数据和未处理时的性能差别。同时还对比了 BP 神经网络和概率神经网络在分类预测上的性能。

(8) 第八章基于贝叶斯分类器的工程争议结果预测 首先介绍了人工智能技术中用于分类预测的算法之一——贝叶斯分类器。利用该算法对工程变更争议进行结果预测。对比分析了朴素贝叶斯分类器、TAN 分类器和贝叶斯网络分类器在工程变更争议中的性能。特别给出了贝叶斯网络分类器的结构学习过程,比较了两种结构学习算法的结果。

(9) 第九章总结与展望 首先归纳本书的研究成果,接着在此基础上提出各个章节的创新点,最后指出研究的不足和将来的研究方向。

1.5.2 研究路线

本书的基本研究思路如图 1-1 所示,以案例库为基本对象,利用人工智能算法挖掘有利于工程争议解决的有用信息。涉及的人工智能算法包括两类:关联规则挖掘和分类预测算法。前者侧重于从以往争议案例中发现有用知识,进而指导日后争议管理工作,而后者侧重于争议判决结果的预测,帮助争议双方评估争议解决的难易度。具体的研究路线见图 1-2。

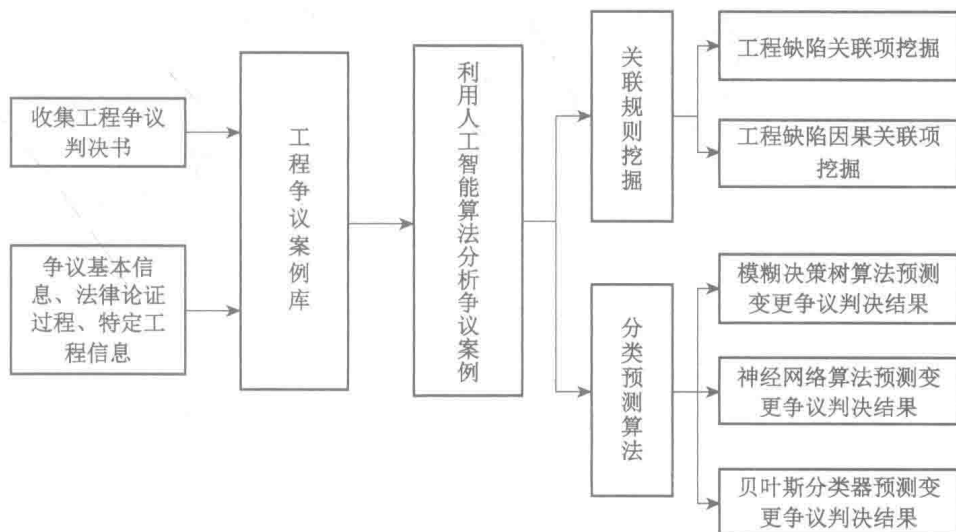


图 1-1 基本研究思路图

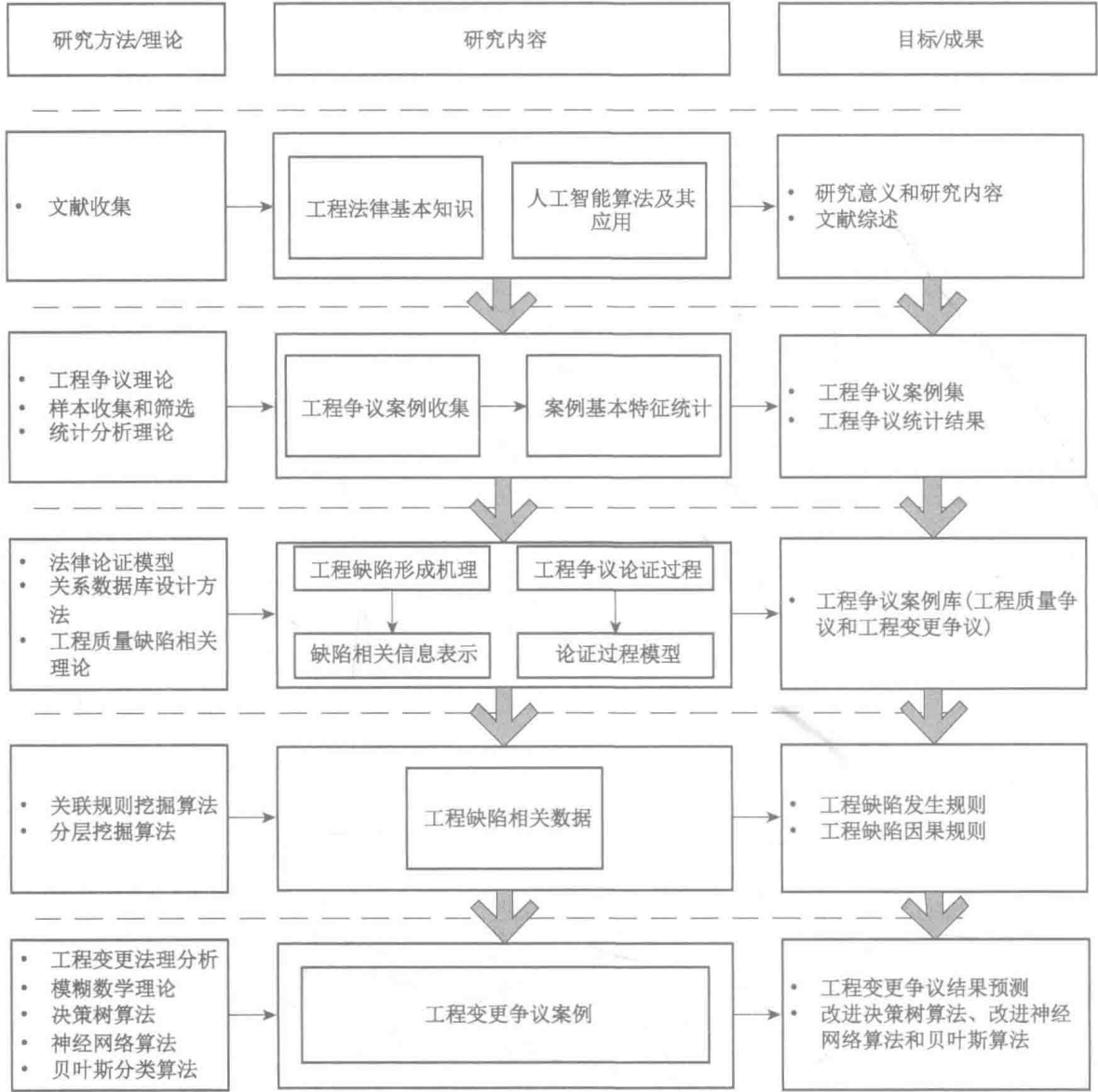


图 1-2 研究路线图

1.6 本章小结

本章首先介绍了研究背景,指出了建筑业的重要地位和建筑业的劳动生产效率偏低的问题。其次总结了工程争议对工程建设过程的负面影响,包括降低生产率和浪费生产资源。接着给出了本研究的意义和目的,即利用人工智能技术提高争议管理的能力和效率。最后提出了研究思路和技术路线,从中可以看出各章的研究重点和解决的实际问题。

第二章 文献综述

2.1 概述

随着建设工程规模的增大,工程争议纠纷也不断增加,有效地收集证据、快速地解决争议对于发包人和承包人都很重要。同时,频繁发生争议的工程对象也可以看作是工程建设的薄弱环节,需要在建造和管理中特别注意。因此,运用人工智能技术中相应的工具以实现挖掘有用信息和帮助决策的目的。本章作为本书的起点,首先给出了与文中研究内容相关的各领域的研究和发展情况,主要包括法律论证领域和工程合同争议领域。其次介绍了与工程质量和工程变更相关的研究结论和进展。最后着重介绍与本研究有关的人工智能技术的发展和实际使用情况,尤其是在工程争议中的应用。

2.2 工程合同争议和法律推理相关文献

2.2.1 工程合同争议

国内外专家对于什么是合同有着较为一致的定义。Sweet J. 指出美国的法律赋予合同双方自治的权利,用于选择他们的合同的主要内容,并且大部分的合同是一种经济交换,被赋予的自治权允许双方评估对方的价值^[17]。Thomas H. R. 强调合同在法律上的意义,认为合同是双方或多方之间关于价值交换的有法律约束力的协议,在工程领域,意味着交换价款和建造工程过程中提供的服务^[18]。李启明认为工程施工合同是发包人与承包人之间为完成商定的建设工程项目,确定双方权利和义务的协议,同时强调了合同在工程建设质量控制、进度控制和投资控制中的作用^[19]。当一方未能正确履行合同使得对方受到经济损失或损害时,受损方依据双方的合同向损害方提出补偿,当双方未能就补偿达成一致意见时,产生了合同争议^[20]。

关于工程合同争议的研究,主要可以分为以下几个方面。

(1) 工程争议产生原因的研究^[7, 21-25]

导致工程争议的原因主要有设计错误、工作范围变更、不同场地条件、天气原因、赶工、合同文本模糊、竞争/敌对态度、支付问题、管理问题、文化沟通问题、投标报价过低、发包人期望过高等。找到这些原因,可以在合同签订和履行过程中适当调整和预防,减少争议的产生。