

# 基于 CBR-RBR 的工程争端诉讼结果预测

吕文学, 杨权利

LV Wenxue, YANG Quanli

天津大学 管理与经济学部, 天津 300072

College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

LV Wenxue, YANG Quanli. Predicting outcome of construction disputes litigation based on CBR-RBR model. *Computer Engineering and Applications*, 2013, 49(23): 228-234.

**Abstract:** The complex nature of construction, participants with different backgrounds, uncertainties and the incompleteness of the contract often lead to disputing in construction industry. Litigation may be an effective way to solve the problem. In order to avoid resolving disputes through litigation blindly, the paper is trying to predict the outcome of the litigation of disputes by using the CBR-RBR model, so that the parties can know whether their behaviors are reasonable before the resort to the law. The paper proposes a framework of the prediction of litigation outcomes based on CBR-RBR model, then this method is applied to the prediction of construction defects disputes. The result shows that the prediction accuracy of construction defects disputes is up to 93.75%, which indicates that the proposed CBR-RBR method can be effectively applied to the field of construction dispute litigation.

**Key words:** Case-Based Reasoning-Rule-Based Reasoning(CBR-RBR); construction disputes; construction defects

**摘要:** 工程项目争端频发, 双方最终有可能通过诉讼解决争端。但诉讼成本高昂, 破坏双方友好合作关系并影响公司声誉, 因此遭到很多学者的反对。为了避免争端双方盲目通过法律途径解决争端, 试图对工程争端诉讼结果进行预测, 希望争端双方在诉诸法律之前能够认识到自身行为的合理性。提出通过 CBR-RBR 方法对工程争端诉讼结果进行预测, 并首次尝试对预测结果进行数量化处理, 以提高 CBR-RBR 系统的实际应用价值。在此基础上, 以“工程缺陷争端”这一争端类型进行实例研究, 结果表明该方法对工程缺陷争端结果预测的准确率高达 93.75%, 而且最终数量结果的偏差也在预期范围之内, 说明提出的 CBR-RBR 方法可以有效地应用于工程争端诉讼结果的预测, 为双方解决争端提供科学依据。

**关键词:** 基于案例的推理-基于规则的推理(CBR-RBR); 工程争端; 工程缺陷

**文献标志码:** A **中图分类号:** F284 **doi:** 10.3778/j.issn.1002-8331.1208-0274

## 1 引言

工程项目存在参与方多、工序繁杂以及不确定性等特点, 导致基于有限理性而签订的工程合同是不完全合同<sup>[1]</sup>, 从而造成项目参与方在执行合同时对未约定或约定模糊的事项因不同理解而容易引发争端。有关研究表明, 在设计-招标-建造项目中, 争端发生的概率高达 99.7%<sup>[2]</sup>。

目前, 工程项目实施过程中解决争端的途径主要有双方协商、争端解决替代方式(Alternative Disputes Resolution, ADR)和诉讼等。其中 ADR 方式包括仲裁、小型审理和 FIDIC 推荐的争端裁决委员会(Dispute Adjudication Board)等。由于诉讼具有强制性和法律权威性等优点, 不乏为解决争端的有效手段。比如, 2011 年 10 月至 2012 年 10 月期间, 上海一审法院审结的工程争端民事案件就多达 500 个左右。

但通过诉讼方式解决争端将导致巨额的交易成本和较低的双方满意度<sup>[3]</sup>。美国每年花在诉讼上面的费用达 600 亿美元, 其中用于建筑业的诉讼费用就高达 50 亿美元<sup>[4]</sup>, 并且这个数字以每年 10% 的速度增长<sup>[5]</sup>。如果争端双方能够以较低的成本事先预知诉讼可能带来的收益或损失, 那么将会促进争端双方选择更加理性的方式解决争端。

本文将研究如何通过计算机智能技术有效预测工程争端诉讼结果, 从而在争端诉诸法律之前, 双方利用预测的诉讼结果辅助谈判, 减少时间和费用浪费。

## 2 本文研究思路

### 2.1 人工智能推理技术的应用

现在, 人们已经在法律<sup>[6]</sup>、医学<sup>[7]</sup>、电子商务、争端调解<sup>[8]</sup>、

**基金项目:** 国家自然科学基金(No.71172147)。

**作者简介:** 吕文学(1963—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为工程争端谈判、合同管理和工程项目管理; 杨权利(1988—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为工程争端诉讼、国际工程合同管理和项目管理。E-mail: yangqltop@163.com

**收稿日期:** 2012-08-23 **修回日期:** 2012-10-29 **文章编号:** 1002-8331(2013)23-0228-07

**CNKI 出版日期:** 2012-11-21 <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2127.TP.20121121.1101.030.html>

农业<sup>[9]</sup>和智能答疑<sup>[10]</sup>等多个领域使用人工智能决策技术,辅助人们决策。在工程领域,也有不少学者基于人工智能决策技术对工程实践问题进行了研究,比如投标决策分析<sup>[11]</sup>、工程争端谈判决策支持<sup>[12]</sup>、建筑安全诊断<sup>[13]</sup>、工程造价预测<sup>[14-15]</sup>、信息管理<sup>[16]</sup>、对工程争端可能导致诉讼进行早期警告<sup>[17]</sup>等。

人工智能决策技术有很多,如基于规则的推理(Rule-Based Reasoning, RBR)、人工神经网络(Artificial Neural Networks, ANN)等,而基于案例的推理(Case-Based Reasoning, CBR)由于其知识获取容易、推理速度快、学习能力强等特点而较为常见。CBR就是通过案例来表示领域知识及过去的经验和教训,通过在案例库中寻找相似的案例来预测新问题的解,因此通过CBR推导出的解更容易为使用者所接受和理解。

学术界对CBR的研究可以分为两大类:基本CBR技术研究和扩展CBR技术研究<sup>[18]</sup>。对于基本CBR技术研究,从推理技术的流程来看,主要包括案例推理前的处理,如数值缺失处理、模糊集处理<sup>[19-20]</sup>等;推理中的处理,如权重计算方法、相似度求解方法<sup>[21]</sup>等;推理后的处理,如案例的保存、案例库的维护等。对于扩展CBR技术研究,主要是指将CBR与其他人工智能决策技术相结合进行的相关研究,如CBR与RBR<sup>[22-23]</sup>、ANN<sup>[17]</sup>等技术的结合。因为在许多情况下,单纯的CBR方法并不能保证系统求解问题的良好性能,未来人工智能发展所面临的挑战之一就是:如何将知识和案例联系起来,并协同运作<sup>[24]</sup>。因此,目前许多学者侧重于将CBR与其他人工智能技术相结合对各种问题进行探索和研究。

因此本文将CBR方法为基础,并结合其他人工智能方法对工程争端诉讼结果进行预测研究。

## 2.2 工程争端诉讼结果预测研究

在工程领域,许多学者已经就如何减少工程纠纷、避免争端升级进行了广泛研究,尽量避免通过诉讼途径解决争端<sup>[25-29]</sup>。基于人工智能推理模型已经被广泛用于解决工程中的各种各样的问题,并且取得了较为满意的结果<sup>[30]</sup>。但是,目前基于人工智能推理技术对工程争端诉讼结果进行预测的研究较少<sup>[30]</sup>,主要有以下几方面研究:Arditi等人(1998)从美国伊利诺伊州上诉法院系统中选择了114份工程争端诉讼案例,给出了合同类型、直接变更、推定变更、现场条件陈述错误、诉讼结果等共计46个工程争端诉讼属性,并通过ANN方法对工程争端诉讼结果进行预测,准确率达66.67%<sup>[31]</sup>。之后,Arditi又与其他学者在上述案例库和工程争端诉讼属性的基础上,分别利用CBR、BDT(Boosted Decision Trees)和IPM(Integrated Artificial Intelligence)等方法对工程争端诉讼结果进行了预测研究,具体结果如表1所示。

虽然上述学者对工程争端诉讼结果进行了预测研究,但存在的共同缺陷有:

(1)预测结果仅以输、赢表示。一般来说,工程争端诉讼由多个诉讼请求组成,比如承包商请求法院判令业支支

表1 工程争端诉讼结果预测研究

作者	研究方法	预测率/(%)
David Arditi, Fatih E. Oksay & Onur B. Tokdemir(1998)	ANN	66.67
David Arditi & Tokdemir <sup>[32]</sup> (1999)	CBR	83.33
David Arditi & Pulket <sup>[33]</sup> (2005)	BDT	89.59
David Arditi & Thaveeporn Pulket <sup>[34]</sup> (2010)	IPM	91.15

付工程款,并支付因工期延长给承包商造成的停工、窝工损失。而这两个诉讼请求的判决结果可能一输一赢。另外,有些诉讼请求的判决结果需要根据双方的违约及过错程度进行分担。因此,对于任一工程争端诉讼均以输或赢作为其结果明显不妥。

(2)属性体系存在缺陷。属性体系的构建是人工智能推理技术成功应用的核心,在进行案例推理时,应尽量避免人为主观判断,而是依赖属性之间的相互关系进行推理。而已有的研究并没有完全满足该要求,如“是否属于推定的变更”这一属性是决定承包商是否有权索赔的核心,本应通过计算机判断该变更的性质,但已有研究直接将其作为检索属性,从而利用的是作者的知识 and 经验对该变更的性质进行了判断,失去了人工智能推理的原本意义。另外,已有研究将众多不同类型的争端放在同一数据库中,而每类争端的处理原则、处理依据有所不同,这将导致属性体系冗杂,检索出的案例可能与实际案例大相径庭,实用价值不高。

(3)方法单一。虽然IPM方法的预测准确率很高,但是预测结果并不能显示相似案例;CBR方法虽然可以显示相似案例,更好地将过去案例呈现在决策者面前,但是预测准确率较低。如果将不同的人工智能推理方法有机结合,那么可以取长补短,得到更好的预测结果。

(4)没有实现预测结果的数量化处理。如果预测出的最终结果是数量化的,那么有利于决策者准确定位自己的谈判目标和谈判底价,从而在可接受域内积极开展谈判,在可接受域外采取其他争端解决措施。

由于现有研究存在以上缺陷,因此本文将结合已有的最新理论及研究成果对工程争端结果进行系统地研究,以期得到更高的预测结果并实现更好的使用价值。

## 2.3 本文研究框架

### (1)对工程争端进行分类

由于工程争端通常由多个不同类型的争端组成,且每个争端的最终处理结果相对较为独立,因此本文首先将工程争端进行分类,并分别构建每类争端的诉讼案例库。而在进行相似案例检索时,将新问题的不同争端分别代入相应的诉讼案例库求解。这样有利于去除冗杂的案例及其属性,提高案例检索的准确率,检索出的案例与新争议事件具有更高的相似性,且参考意义更大。如图1所示。

基于上述思想,本文对中国115个工程争端诉讼案例进行研究,依据争端性质共归纳出:工程缺陷争端、合同及代理行为、工程造价纠纷、施工期间产生的费用应由谁承

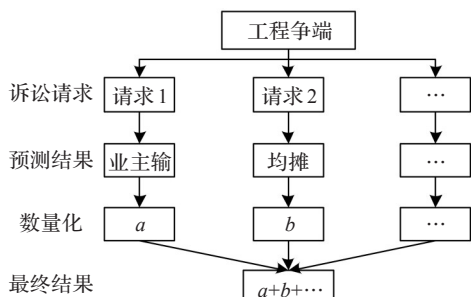


图1 工程争端分解

担、工程量违约金、无争议工程款支付、保证金、工程款是否已经支付、计价纠纷、停窝工损失等共计30类争端事项。

(2) 诉讼预测结果数量化

根据《中华人民共和国合同法》规定:当事人一方不履行合同义务或者履行义务不符合约定的,应当承担继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等违约责任<sup>[35]</sup>。由此可见,建筑施工合同中合同双方遵循的是无过错责任原则,即一方行为侵害他人合法权益,不论其主观是否有过错,根据法律均应承担侵权责任。因此,工程争端诉讼结果一般有三种:若责任归责于一方,则另一方的合理请求得到完全支持(此处的“合理请求”指的是因一方侵权行为给另一方造成的实际损失);若责任完全归责于己方,则诉讼请求不被支持;若双方均有过错,则根据双方过错程度合理分担实际损失,一般以百分比表示,如30%:70%。

因此,工程争端诉讼中的每一诉讼请求结果都可以实现数量化预测,而最终的结果即等于上述各项诉讼请求判决结果的累加。所以,工程争端诉讼最终结果也可以实现数量化预测,如图1所示。

(3) CBR与RBR方法相结合

相关研究表明<sup>[24]</sup>,将CBR方法与RBR方法相结合,可

以弥补CBR与RBR各自的不足,充分发挥CBR和RBR的各自优势,进行更加有效地推理和结果解释(如表2所示)。因此本文将通过CBR-RBR相结合的方法对工程争端诉讼结果进行预测。

表2 CBR和RBR比较

推理类型	知识获取	维护难易程度	推理速度	表现形式
CBR	易	较易	快	一般
RBR	难	很难	慢	清楚

推理类型	学习能力	解释能力	解空间覆盖度	信息处理能力
CBR	强	较弱	难控制	很强
RBR	弱	很强	易控制	一般

CBR与RBR相结合的另一个好处是:由于案例库的不完备性,当不能根据CBR方法搜索出相似案例时,可以借助RBR规则库顺利推出结果。

(4) 基于CBR-RBR的工程争端诉讼预测框架

一般地,CBR求解过程可以分为四个阶段:案例检索(Retrieve)、案例再用(Reuse)、解决方案修正(Revise)和案例保存(Retain)<sup>[36]</sup>。本文在这四个阶段的基础上,结合工程争端诉讼的特征以及RBR规则推理的应用,构建本文的研究框架如图2所示。

本文的CBR-RBR运作机理为:

①分析工程争端的类型,并分别构建每一类型争端的CBR诉讼案例库。

②对于出现的新争端,首先将争端分解为单个独立的子争端,并依据相应的属性体系进行规范化处理,然后分别代入所属类别的CBR案例库中进行相似性检索。本文设置的检索阈值是85%,即当新问题与CBR案例库中的案

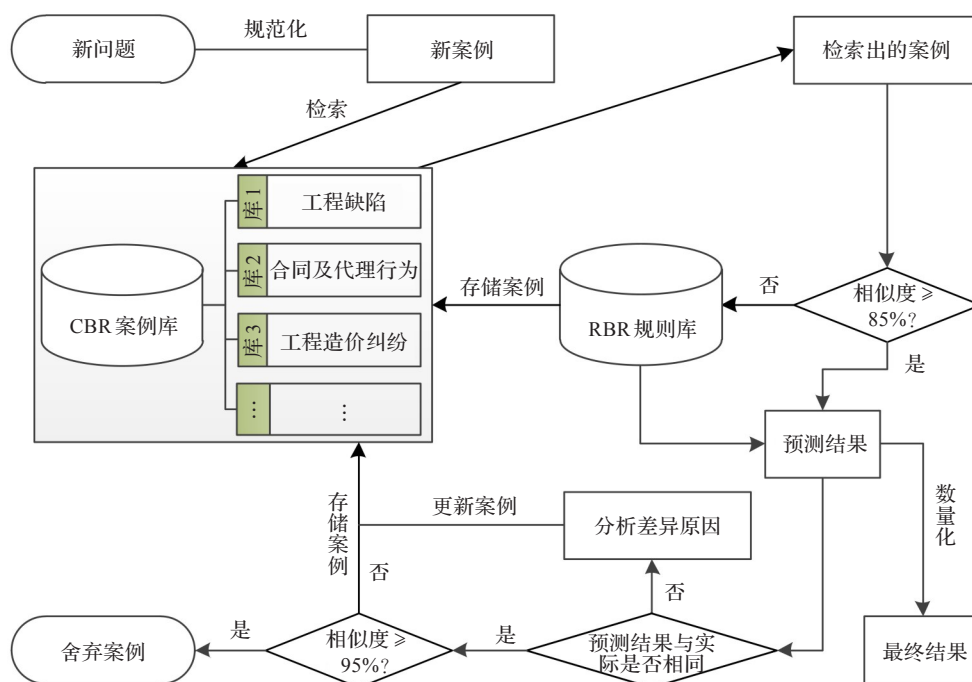


图2 基于CBR-RBR的工程争端结果预测

例相似度大于85%时,将此案例及其结果输出;如果同时有两个或两个以上的案例相似度大于85%,则取用相似度最高的案例及其结果作为新问题的解。当新问题与案例库中的案例相似度小于85%时,则新问题将被输入到RBR规则库中进行规则推理。预测出的结果再根据双方对损失的承担比例进行数量化处理。

③如果检索出的结果与新问题最终实际结果不一致,则需对属性体系、检索方法、权重分配等进行分析,更正错误。

④如果检索结果与实际结果相同,且案例相似度大于等于95%时,则说明案例库中存有相似度极高的案例,不必再存储该案例。否则,将新问题输入到案例库中,对案例库进行扩容管理。

### 3 CBR-RBR系统的具体应用

#### 3.1 工程缺陷争端诉讼案例库简介

本研究前期搜集的115个工程争端诉讼案例,通过一审即解决争端的案例共10个,通过二审解决争端的案例共105个。在诉诸法律的时候,76.5%的工程已经通过竣工验收,23.5%的工程尚未通过竣工验收或合同已经解除。通过对工程争端诉讼案例的具体分析,得到争端事项累积达492项,其中工程缺陷类争端事项共计38项,在案例中出现的频率非常高,因此本文以工程缺陷争端为例,具体说明CBR-RBR系统的应用。

为了对CBR-RBR系统进行更好地检测,本文又从上海法院网搜集了与工程缺陷争端有关的47个诉讼请求案例,这样本文的工程缺陷争端案例库共有85个案例。

#### 3.2 工程缺陷争端属性体系构建

构建工程缺陷争端属性体系目的在于对以往的工程争端诉讼判例进行记录,使之成为计算机可以识别和利用的数据结构<sup>[37]</sup>。属性体系应包含尽可能多的信息,使工程争端诉讼得到准确而又全面的描述,同时又要简洁可行,以便提高检索效率。根据对85个缺陷争端诉讼案例的分析,得到工程缺陷争端属性体系如表3所示。前10个属性描述的是案例的关键特征,是辨别两个不同案例之间相似符合程度的关键因素。最后一个属性D用来表示工程争端诉讼结果,根据前文的分析可知工程争端诉讼结果有三种:业主获胜、承包商获胜和双方按过错比例承担责任。

#### 3.3 相似诉讼案例检索

案例检索是根据案例的属性特征对CBR案例库进行相似性检索,而判断两案例相似程度的前提是对案例之间属性的相似度进行评估<sup>[38]</sup>。为了提高检索效率,提高检索精度,可以先对属性体系进行属性约简,去除冗余的属性,然后在属性约简的基础上计算诉讼案例的相似度。

##### 3.3.1 属性约简

属性约简技术可以得到属性的约简表示,它可以在保持知识库的决策分辨能力不变的条件下,删除决策表中冗余的属性,提高检索效率和效果。目前进行属性约简的技术很多,如基于熵的属性优化选择、基于遗传算法的属性优化选择等。

表3 工程缺陷争端属性体系构建

编号	属性名称	属性值定义	可选择项
C <sub>1</sub>	合同是否有效	“是”或“否”	(0)否; (1)是;
C <sub>2</sub>	是否通过竣工验收	“是”或“否”	(0)否; (1)是;
C <sub>3</sub>	业主是否提前使用已完工程	“是”或“否”	(0)否; (1)是;
C <sub>4</sub>	提起诉讼时是否已过质保期	“是”或“否”	(0)否; (1)是;
C <sub>5</sub>	工程是否存在缺陷	“是”或“否”	(0)否; (1)是;
C <sub>6</sub>	该缺陷是否影响结构安全	选择其一	(0)否; (1)是; (2)不可用;
C <sub>7</sub>	造成缺陷责任方	选择其一	(0)承包商; (1)业主; (2)双方; (3)不可用
C <sub>8</sub>	业主是否在质保期内通知承包商修复缺陷	“是”或“否”	(0)否; (1)是; (2)不可用;
C <sub>9</sub>	承包商是否在规定的时间内修复缺陷	“是”或“否”	(0)否; (1)是; (2)不可用;
C <sub>10</sub>	业主提出的请求(或抗辩理由)	选择其一	(0)承包商修复缺陷; (1)承包商承担修复缺陷而发生的费用; (2)以工程存有缺陷为由拒付工程款; (3)承包商赔偿缺陷导致的其他损失; (4)赔偿缺陷工程; (5)承担违约责任;
D	诉讼结果 <sup>1)</sup>	选择其一	(0)业主获胜; (1)承包商获胜; (2)双方按过错比例承担。

注:1)对于业主要求承包商承担相应费用的诉求,诉讼结果中“业主请求获得支持”、“业主请求不被支持”和“承包商与业主按比例承担责任”的判决基础是实际可以鉴定的损失,而非业主请求的金额

本文基于Genetic Algorithm(GA,遗传算法)的粗糙集属性约简改进算法对工程缺陷争端进行属性约简,共得到两组属性约简集:

约简集1: {C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>}

约简集2: {C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>}

上述两组约简集中只有一个属性不同,其他均相同。这两组约简集都可以100%地对工程缺陷争端进行准确决策分类。但要选择一组最符合工程实际且可操作性最强的约简集。

本文设置“C<sub>2</sub>是否通过竣工验收”这一属性的目的是判断在工程没有通过竣工验收的情况下,业主是否擅自使

用了工程,从而判定承包商是否应对工程缺陷担责。因为最高人民法院《关于审理建设工程施工合同纠纷适用法律问题的解释》规定:建设工程未经竣工验收,发包人擅自使用后,又以使用部分质量不符合规定为由主张权利的,不予支持。而“C<sub>3</sub>业主是否提前使用工程”这一属性已经包含了“C<sub>2</sub>是否通过竣工验收”这一信息。所以,本文采用约简集1作为工程缺陷争端的属性约简集。“C<sub>5</sub>工程是否存在缺陷”这一属性在运算时被约简掉,其主要原因是该信息已经被C<sub>4</sub>、C<sub>6</sub>和C<sub>7</sub>等属性所包含。

### 3.3.2 属性权重计算

为充分考虑各属性对案例的不同重要程度,需对不同的属性赋予相应的权重值。本文根据粗糙集理论,计算约简后的属性权重。

粗糙集理论是波兰数学家Z.Pawlak教授于20世纪80年代初首先提出的一种数据分析理论<sup>[20]</sup>,其主要思想是在分类能力保持不变的前提下,通过对知识的约简,导出概念的分类规则。该理论具有不需要提供问题求解所需数据集之外的任何先验信息,对问题的不确定性的描述和处理问题相对客观的特点,因而被广泛地运用于机器学习、知识发现、专家系统、控制算法等领域。

按照约简后的8个属性,删除案例库中相同的13个案例,在剩余的72个案例基础上通过粗糙集理论进行各个属性重要性程度和权重计算,如表4。

表4 工程争端诉讼属性权重系数表

属性	C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
重要度	0.19	0.25	0.25	0.31	0.17	0.31	0.06	0.56
权重	0.09	0.12	0.12	0.15	0.08	0.15	0.03	0.27

### 3.3.3 诉讼案例相似度计算

属性相似度的计算是进行CBR检索的基础。在计算案例相似度前,必须先确定各属性的相似度,即局部相似度,然后再在局部相似度的基础上计算案例的整体相似度。本文采用最近邻法计算工程缺陷争端属性相似度。

根据表3中的属性可知,工程缺陷争端属性均是无关型属性,即这些属性的取值之间没有任何联系,它们均属于无关型。无关型局部相似度可用公式(1)计算:

$$Sim_k(x, y) = \begin{cases} 1, & a_{kx} = a_{ky} \\ 0, & a_{kx} \neq a_{ky} \end{cases} \quad (1)$$

式中,  $a_{kx}$  为第  $x$  个新问题的第  $k$  个属性值,  $a_{ky}$  为 CBR 案例库中第  $y$  个案例的第  $k$  个属性值。

根据各属性的权重及其局部相似度大小,依据式(2)可求得新问题和 CBR 案例库中案例的相似程度  $Sim(x_j)$ :

$$Sim(x_j) = \frac{\sum_{k=1}^n Sim(x, j)w(k)}{\sum_{k=1}^n \omega(k)} \quad (2)$$

式中  $\omega(k)$  为 CBR 案例库中第  $k$  个属性的权重。

### 3.3.4 案例检索及结果分析

根据上述确定的诉讼案例相似度计算方法,将每个待

解决的新问题分别输入到 CBR 案例库中,即可检索到相似案例及结果。

本文从 85 个案例中随机抽取了 16 个案例作为测试案例,其余 69 个案例存入 CBR 案例库中。按照前文确定的检索阈值和检索方法对 CBR 案例库进行检索,结果发现 16 个测试案例中通过 CBR 方法可以预测出结果的共计 14 个,其中 13 个正确,1 个错误。其余 2 个测试案例由于没有检索到相似度大于 85% 的案例,所以将通过下面的 RBR 规则库进行规则推理。

### 3.4 RBR 规则推理

在属性约简的基础上,通过 Rosetta 软件的规则推理程序自动生成共计 69 个工程缺陷争端规则。如表 5 所示。

表5 工程缺陷争端规则库

编号	RBR 规则库
1	C1(1) AND C3(0) AND C4(0) AND C6(0) AND C7(2) AND C8(0) AND C9(0) AND C10(2) => D(1)
2	C1(0) AND C3(0) AND C4(1) AND C6(2) AND C7(3) AND C8(2) AND C9(2) AND C10(2) => D(1)
3	C1(1) AND C3(1) AND C4(0) AND C6(0) AND C7(0) AND C8(0) AND C9(0) AND C10(2) => D(1)
4	C1(1) AND C3(1) AND C4(1) AND C6(0) AND C7(0) AND C8(1) AND C9(0) AND C10(1) => D(1)
...	...
27	C1(1) AND C3(1) AND C4(1) AND C6(0) AND C7(0) AND C8(0) AND C9(0) AND C10(4) => D(1)
28	C1(1) AND C3(0) AND C4(0) AND C6(1) AND C7(0) AND C8(1) AND C9(0) AND C10(0) => D(0)
...	...
68	C1(1) AND C3(0) AND C4(0) AND C6(0) AND C7(0) AND C8(0) AND C9(0) AND C10(1) => D(1)
69	C1(1) AND C3(0) AND C4(0) AND C6(2) AND C7(3) AND C8(0) AND C9(2) AND C10(1) => D(1)

注:每个属性编号括号里的数字为该属性在表3中所对应的可选择项

将 CBR 案例库无法检索出结果的 2 个测试案例(见表 6)输入到规则库中,进行规则检索。

表6 代入 RBR 规则库的案例

案例	C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	实际结果
Case5	1	1	1	0	0	0	0	4	1
Case16	1	0	0	2	3	0	2	1	1

对比表 5 和表 6 可以发现:Case5 与 RBR 规则库中第 27 个规则相匹配,Case16 与 RBR 规则库中的第 69 个规则相匹配,并且 RBR 规则库推导出的结果与案例的实际结果完全一致。

### 3.5 CBR-RBR 预测结果分析

通过 CBR-RBR 方法进行工程缺陷争端诉讼结果预测,得到的最终结果如表 7 所示。准确预测出结果的共计 15 个,综合预测准确率高达 93.75%(15/16)。在对工程争端预测结果进行数量化处理之后,14 个案例(87.5%)的预

测结果与实际结果一致(偏差率为0),一个案例的偏差率为20%,另外一个案例的偏差率为100%。通过CBR-RBR方法准确预测出了Case5的争端诉讼结果是双方按过错比例承担,但由于法官在考虑双方过错程度的时候并没有客观可执行标准,具有很大的主观性,所以20%的偏差属于可接受范围。Case8的预测结果完全错误,说明所建立的工程缺陷争端属性体系尚不完备,需要进一步改进。

表7 CBR-RBR系统应用分析

案例编号	预测结果	预测结果 数量化 <sup>1)</sup>	实际结果	偏差率 <sup>2)</sup> (%)
Case1	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case2	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case3	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case4	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case5	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case6	双方按过错承担	承包商60%	承包商80%	20
Case7	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case8	承包商胜	业主100%	业主0%	100
Case9	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case10	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case11	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case12	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case13	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case14	业主胜	承包商100%	承包商100%	0
Case15	承包商胜	业主100%	业主100%	0
Case16	承包商胜	业主100%	业主100%	0

注:1)为了便于操作,此处的数量化结果按照一方应承担的实际损失的百分比表示。如业主100%表示业主承担100%的损失

责任;2)偏差率 =  $\frac{|\text{实际承担额} - \text{预测承担额}|}{\text{实际损失额}} \times 100\%$

综上所述,本文提出的以CBR方法为主、RBR方法为辅、相互结合的方法可以很好地应用于工程争端诉讼结果预测。并且顺利地实现了预测结果的数量化转换,有利于决策者在处理争端时更好地确定争端解决策略。

#### 4 结束语

本文首次提出基于CBR-RBR的工程争端诉讼结果预测模型,并以工程缺陷争端为例进行了实证研究,结果表明CBR-RBR的综合预测准确率高达93.75%。并且,首次尝试将工程争端结果进行数量化转化,使双方明确各自应承担的费用额度,这为工程争端双方以更加理性地方式通过协商等手段解决争端提供了良好的决策工具,从而有利于维护双方关系、减少时间和成本浪费。

#### 参考文献:

[1] Furubotn E G, Richter R.新制度经济学[M].姜建强,罗长远,译.上海:上海三联书店,2010.  
 [2] Cheung S O, Yiu T W.Are construction disputes inevitable?[J]. Engineer Management,2006,52(3):456-470.  
 [3] 陈小光,孟俊娜.国际工程项目争端解决方式分析[J].国际经济合作,2009(4):69-73.  
 [4] Gebken R J, Gibson G E, Groton J.Dispute resolution transactional cost quantification: what does resolving a construc-

tion dispute really cost?[C]//Construction Research Congress 2005: Broadening Perspectives.United States: American Society of Civil Engineers,2005.

[5] Pena-Mora F, Sosa C E, McCone D S.Introduction to construction dispute resolution[M].[S.l.]:Prentice Hall,2003.  
 [6] Pal K.An approach to legal reasoning based on a hybrid decision support system[J].Expert Systems with Applications,1999,17:1-12.  
 [7] Montani S, Bellazzi R, Portinale L.Multi-model reasoning in diabetic patient management[J].Intl J of Medical Informics, 1999,53:61-77.  
 [8] Hen X, Feng Y Q.Research on negotiation support system based on case based reasoning[C]//Proceedings of the 4th International Symp on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou,2005.  
 [9] 杨振刚,刘伟章,方永美.CFW的CBR动态预测[J].计算机工程与应用,2009,45(6):236-239.  
 [10] Liang Zhenqiu.Design of automatic question answering system base on CBR[C]//2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering,2012.  
 [11] Chua D K H, Li D Z, Chan W T.Case-based reasoning approach in bid decision making[J].Journal of Construction Engineering and Management,2001,127(1):35-45.  
 [12] Li Heng.Case-based reasoning for intelligent support of construction negotiation[J].Information & Management,1996: 231-238.  
 [13] 常春光.基于CBR的建筑生产安全诊断系统研究[J].科技进步与对策,2009,26(21):165-170.  
 [14] An Sung-Hoon.A case-based reasoning cost estimating model using experience by analytic hierarchy process[J].Building and Environment,2007:2573-2579.  
 [15] Kim Gwang-Hee, An Sung-Hoon, Kang Kyung-In.Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning[J]. Building and Environment,2004:1235-1242.  
 [16] Tah J H M, Carr V, Howes R.Information modeling for case-based construction planning of highway bridge projects[J]. Advances in Engineering Software,1999,30(7):495-509.  
 [17] Chen Jieh-Haur, Hsu S C.Hybrid ANN-CBR model for disputed change orders in construction projects[J].Automation in Construction,2007,17:56-64.  
 [18] 李锋刚.基于案例推理的智能决策技术[J].北京:北京师范大学出版集团,2011.  
 [19] 季赛,沈星,沈超.基于粗糙集和相似度量的CBR检索方法[J].计算机工程与应用,2006,42(13):172-175.  
 [20] 陶铁军,王明杰.基于粗糙集的CBR规则提取的应用研究[J].煤矿机械,2009,30(5):221-222.  
 [21] 程志伦,范玉青.钢铁企业MES质量设计中CBR方法的相似度计算方法研究[J].制造业自动化,2006,28(10):6-10.  
 [22] Pal K, Campbell J A.An application of rule-based and case-based reasoning within a single legal knowledge-based system[J].ACM SIGMIS Database,1997,28(4):48-63.  
 [23] 林杉,许宏科,刘占文,等.公路隧道突发事件CBR-RBR交通

- 控制方法[J]. 交通运输工程学报, 2011, 11(4): 108-114.
- [24] 李乾鹏, 方家骥. 基于RBR和CBR规划中的知识表示方法研究[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(22): 5167-5172.
- [25] Kassab M, Hipel K, Hegazy T. Conflict resolution in construction disputes using the graph model[J]. J Constr Eng Manage, 2006, 132(10): 1043-1052.
- [26] Ren Z, Anumba C J, Ugwu O O. Multiagent system for construction claims negotiation[J]. J Comput Civ Eng, 2003, 17(3): 180-188.
- [27] AbouRizk S M, Dozzi S P. Application of computer simulation in resolving construction disputes[J]. J Constr Eng Manage, 1993, 119(2): 355-373.
- [28] Kilian J J, Gibson G E. Construction litigation for the U S naval facilities engineering command, 1982-2002[J]. J Constr Eng Manage, 2005, 131(9): 945-952.
- [29] Yiu T W, Cheung S O, Mok F M. Logistic likelihood analysis of mediation outcomes[J]. J Constr Eng Manage, 2006, 132(10): 1026-1036.
- [30] Pulket T, Arditi D. Universal prediction model for construction litigation[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2009: 178-187.
- [31] Arditi D, Oksay F E, Tokdemir O B. Predicting the outcome of construction litigation using neural networks[J]. Comput Aided Civ Infrastruct Eng, 1998, 13(2): 75-81.
- [32] Arditi D, Tokdemir O B. A comparison of case-based reasoning and artificial neural networks[J]. J Comput Civ Eng, 1999, 13(3): 162-169.
- [33] Arditi D, Pulket T. Predicting the outcome of construction litigation using boosted decision trees[J]. J Comput Civ Eng, 2005, 19(4): 387-393.
- [34] Arditi D, Pulket T. Predicting the outcome of construction litigation using an integrated artificial intelligence model[J]. J Comput Civ Eng, 2010: 387-393.
- [35] 国务院法制办公室. 中华人民共和国合同法[M]. 北京: 中国法制出版社, 2012.
- [36] Aamodt A, Plaza E. Case-based reasoning: foundational issue, methodological variation, and system approaches[J]. Artificial Intelligence Communications, 1994, 7(1): 39-59.
- [37] 邓朝晖. 基于CBR-RBR的工艺专家系统在滚动轴承磨削中的应用[J]. 制造技术与机床, 2010(12): 29-33.
- [38] 禹志阳, 赵阳. 基于黑盒测试技术的CTCS-3级列控系统联调联试研究[J]. 铁道通信信号, 2010, 46(5): 1-5.

(上接 85 页)

- [8] Doherty L. Algorithms for position and data recovery in wireless sensor networks[M]. Berkeley, CA: University of California Press, 2000.
- [9] Doherty L, El Ghaoui L. Convex position estimation in wireless sensor networks[C]//INFOCOM, 2001: 1655-1663.
- [10] Shang Y, Ruml W, Zhang Y, et al. Localization from mere connectivity[C]//MobiHoc'03, 2003: 201-212.
- [11] 胡圣波, 郑志平. 一种井下RFID定位系统的读卡器防碰撞算法[J]. 工矿自动化, 2006(2): 4-7.
- [12] 傅智河. 基于RFID的矿山井下人员定位系统设计[J]. 龙岩学院学报, 2007, 25(6): 50-52.
- [13] 任晓强, 贾瑞生. 井下RFID定位系统的实用技术研究[J]. 山东轻工业学院学报, 2008, 22(3): 84-85.
- [14] 乔钢柱, 曾建潮. 信标节点链式部署的井下无线传感器网络定位算法[J]. 煤炭学报, 2010(7).
- [15] Li M, Liu Y. Underground structure monitoring with wireless sensor networks[C]//IPSN, 2007: 69-78.
- [16] Hu L, Evans D. Localization for mobile sensor networks[C]// Proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, 2004: 45-57.
- [17] Baggio A, Langendoen K. Monte Carlo localization for mobile wireless sensor networks[J]. Ad Hoc Networks, 2008, 6(5): 718-733.
- [18] 奚家米, 毛久海, 杨更社, 等. 沿空掘巷合理煤柱宽度综合分析确定[J]. 煤田地质与勘探, 2008, 36(4): 42-45.
- [19] Wang F B, Shi L, Ren F Y. Self-localization systems and algorithms for wireless sensor networks[J]. Chinese Journal of Software, 2005, 16(5): 857-868.
- [20] 汪炆, 黄刘生, 吴俊敏, 等. 一种基于Monte Carlo的移动传感网络精确定位算法[J]. 小型微型计算机系统, 2008, 29(9).

(上接 176 页)

### 参考文献:

- [1] 高隽, 谢昭. 图像理解理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [2] Wan S Y, Higgins W E. Symmetric region growing[J]. Image Processing, 2003, 12(9): 1007-1015.
- [3] Duarte A, Sanchez A, Fernandez F, et al. Improving image segmentation quality through effective region merging using a hierarchical social metaheuristic[J]. Pattern Recognition Letters, 2006, 27: 1239-1251.
- [4] Xu Zhengdong, Yuan Kui, He Wenhao. An implementation method of Canny edge detection algorithm on FPGA[J]. Electric Information and Control Engineering, 2011: 3958-3962.
- [5] 许录平. 数字图像处理[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 211-220.
- [6] Li Xiangru, Hu Zhanyi, Wu Fuchao. A note on the convergence of the mean shift[J]. Elsevier Science, 2007, 40(6): 1756-1762.
- [7] 王新华, 毕笃彦. Mean Shift算法在图像分割中的应用研究[J]. 微计算机信息, 2009, 25(9): 290-292.
- [8] Tamura H, Mori S, Uamawaki T. Textural features corresponding to visual perception[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1978, 8(6): 460-473.
- [9] Gao Zhanguo, Yao Li, Duan Fengyu. Image segmentation algorithm based on feature fusion and cluster[C]//2011 International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer, 2011: 1086-1089.
- [10] Comaniciu D, Meer P. Mean Shift: a robust approach toward feature space analysis[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(5): 603-619.