

大型调水工程索赔管理决策支持系统的研究和实现

王 葳

(天津大学水利工程仿真与安全国家重点实验室,天津 300072)

[摘要] 针对我国大型调水工程建设施工索赔经验少、索赔专家稀缺的实际情况,将人工智能中的基于事例推理(CBR)技术和基于规则推理(RBR)技术应用于索赔管理,将以往的水利工程索赔事例以一定的结构和方式存储,设计并实现了基于知识的施工索赔决策支持系统,具有较强的实用性。目前研究应用于某大型调水工程施工管理系统。

[关键词] 调水工程;索赔管理;基于事例的推理;基于规则的推理;决策支持系统

[中图分类号] TV51 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)12-0108-05

1 前言

水利工程作为一个复杂的系统工程,规模大、工期长,在管理上有较大难度。在具体工程的实施中,由于工程项目自身的性质和特点,或设计图纸的深度不够,或不可预见的自然因素与环境条件的变化,都可能引起工程变更。工程变更如果处理不当,就可能引起承包商的施工索赔,造成工程投资的大幅增长和工程工期的延长。

决策支持系统最初是由 Scott Mortan 在 20 世纪 70 年代初期提出的,该系统是以运筹学、行为科学和管理科学等科学为基础,通过计算机、模拟和信息技术等手段,为决策活动提供支持的具有智能的人机系统^[1]。决策支持系统功能是为决策者制定决策提供支持,而不是替代决策者制定政策^[2]。决策支持系统的概念被提出后,迅速在经济、军事、交通、环境等多个领域得到应用^[3]。刘芸芸和胡文亮探讨了运用 GIS 技术来建立河北省“数字南水北调”工程^[4];钟登华等人研制开发了调水工程三维可视化仿真系统^[5],并应用于南水北调中线工程中;张阳等^[6]基于南水北调工程,制定适用于大型工程建

设的项目群管理方法和信息标准,提出适合南水北调工程的项目群规划、管理技术及其实施方案;这些成果推动了南水北调工程的数字化研究。

在国外,决策支持系统主要被应用到水资源管理^[7]、环境评估^[8]和风险评估^[9,10]等领域,在水利工程相关领域应用很少。

根据工程建设管理实践和需求,文章构建了基于 CBR(case-based reasoning,基于事例推理)和 RBR(rule-based reasoning,基于规则推理)的施工索赔支持系统。利用索赔矩阵模型,系统设计了结构化的施工索赔处理程序,建立了便于使用的储存着大量结构化案例的案例库,实现对施工索赔案例的相似检索。该系统的应用旨在共享索赔专家丰富的知识和经验,帮助用户完成复杂的索赔工作。

2 系统框架设计

针对大型调水工程建设管理的特点,以工程索赔为研究对象,基于智能决策系统开发平台 IDSDP(intelligent decision support system development platform)研制开发大型调水工程施工索赔决策支持原型系统,可利用计算机技术有效地将工程建设管理

[收稿日期] 2011-09-16

[基金项目] “十二五”国家科技支撑计划(2011BAB10B06);国家自然科学基金创新研究群体科学基金(51021004)

[作者简介] 王 葳(1977—),女,天津市人,助理研究员,研究方向为工程管理;E-mail:wangwei@tju.edu.cn

和施工索赔的宝贵经验知识化,快速计算出工程变更可能出现的索赔项目及可能造成的索赔金额,并充分利用相关工程经验,从而在辅助决策、减少工程建设投资方面发挥重要作用。

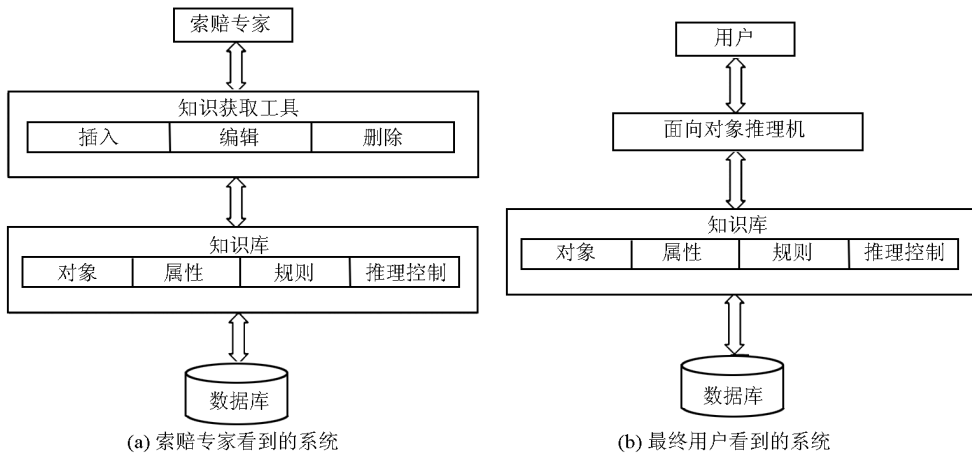


图1 大型调水工程索赔决策支持系统功能结构

Fig. 1 Function structure of claim decision support system for large-scale water transfer project

3 系统实现的关键技术

3.1 基于规则推理的施工索赔决策支持技术

重点研究如何在 IDSDP 软件平台上将导致施工索赔的工程变更的原理和规则转化为系统可以识别并使用的知识。根据《国际工程施工索赔》中通用索赔类型和原理进行分析整理,结合我国目前水利工程索赔现状,以数据矩阵的形式将施工索赔原理规则结构化,便于计算机系统的识别和运用。随着数据库的完善和实际工程变更、索赔经验的积累,可以由具有工程施工索赔经验的专家和知识工程师共同适当调整或引入相关的索赔规则,对规则库进行丰富和调整。

使用的索赔矩阵由索赔的类型、可能发生的费用、考虑利润和工期等影响组成。索赔矩阵的确立是由索赔专家和知识工程师针对项目和合同条件分析研究后确定的。该矩阵的横向参考了 FIDIC(国际咨询工程师联合会出版的土木工程施工合同条件)摘要部分列举总结的承包商可引用的索赔条款,我们认为这就是索赔专家的意见。矩阵的纵向是考虑费用、利润、工期组成的索赔方案,索赔内容费用部分一般包括人工费、材料费、施工机械费和间接费(包括上级管理费和现场管理费)。按照条款,费用还可以进一步细分,如材料费的索赔又可细分为额外材料使用、材料运杂费的增加和材料采购及

采用 IDSDP 软件平台,结合二次开发,设计出某大型调水工程施工索赔决策支持系统功能结构,如图 1 所示。该系统由用户系统和专家系统组成,包括对象库、属性库、规则库和推理控制系统等。

保管费增加,施工机械费可分为机械限制、机械使用费的增加和机械作业效率降低产生的费用等。索赔矩阵的列一般保持相对稳定,不随合同条件的变化而变化。

系统用特定、唯一的编号表示索赔矩阵的各行、列。R 系列表示矩阵的行,C 系列表示矩阵的列。矩阵中 E 表示存在此索赔项目,P 表示可能存在此索赔项目,空格表示此索赔项目存在的可能性没有或极小,通常不予考虑。

索赔矩阵中的 E、P 或空格是由索赔专家针对项目的合同条件综合考虑各方面的因素而确定的。元素 E、P、空格的准确确定是索赔矩阵合理有效的关键,准确程度决定了矩阵模型质量高低及其是否具有实用价值。元素 E、P、空格的确定是建立系统知识库的主要工作之一,即向索赔专家获取相关知识。

以此索赔矩阵为知识规则,以某大型调水工程变更索赔为例,其知识规则为:

```

If
  业主违约
And
  施工图纸拖期交付
Then
  可能存在的索赔:
  人工费:劳动效率降低;
  
```

材料费:材料采购及保管费增加;
 施工机械费:机械闲置、机械作业效率降低;
 间接费:工期延长期间的上级管理费;工期延长期间的现场管理费;

.....

必然存在的索赔:

人工费:人员闲置;

工期:处于关键线路上的项目;

.....

3.2 基于事例推理的施工索赔决策支持技术

基于事例推理(case-based reasoning, CBR)是一种起源于美国的决策和学习方法,它的推理过程是回忆以前曾经成功解决过的相似问题,比较新、旧问题发生的背景和时间等差异,经过一系列调整、修改后,重新使用以前的知识和信息来解决当前要处理的问题的一套思维方法^[11]。

施工索赔案例检索是从索赔案例库(claims case base)中找到一个或多个与当前问题最相似的案例。施工索赔决策支持系统中的案例库可以由索赔专家以前解决过的一些问题构成,库中的每一个问题状态描述及求解策略用一个案例(case)表示,每一个案例由已有的特征和以前问题的一般描述组成,一个新案例入库时,系统同时也建立了关于这个案例主要特征的索引^[12]。当求解问题时,系统根据索引,从案例库中检索出相似案例,在案例足够的

情况下,可以根据问题的相似度,对求解提出解决建议,供决策参考^[13],新求解问题和解决策略可以当作一个新案例存入案例库中,备以后使用。

施工索赔案例的决策支持是从相似索赔案例中参考求解方案,使之适于当前求解问题,进而得到当前问题的求解方案。但大型水利工程的工程变更和索赔程序相对复杂,案例修正通过对案例描述的特征进行调整、修改,使其能更准确地接近反映问题的本质特征,并向实际情况逼近。对于大型水利工程,案例的积累、保存和信息化程度对系统的维护起到了至关重要的作用。

新索赔事件解决方式,索赔项目、金额,对工程的影响等对未来解决类似问题有重要的参考价值,必须要把它及时加入到案例库中,案例的保存过程,也就是知识获取过程。所需存储的内容(案例)一般包括:索赔案例的属性描述、索赔结果等。建立适用于大型调水工程建设管理的索赔案例索引和适合的存储结构可以更好地提高索赔决策的效率。

4 应用实例

1) 进入大型调水工程索赔决策支持系统。

2) 推理运行工具。进入系统后,用户看到的推理运行界面如图2所示,用户根据系统提示进行操作即可。

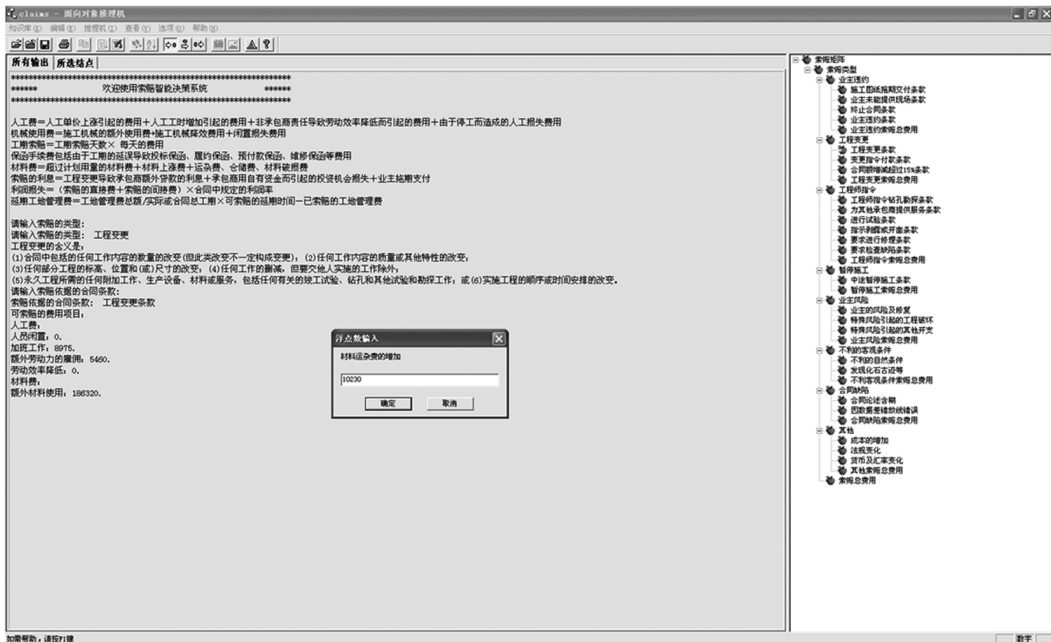


图2 大型调水工程索赔决策支持系统推理运行界面

Fig. 2 Reasoning operation interface of claim decision support system for large-scale water transfer project

3) 打开界面, 单击推理机→运行→索赔类型, 包括业主违约、工程变更、工程师指令、暂停施工、业

主风险、不利的客观条件、合同缺陷等, 选择“工程变更”, 如图 3 所示。



图 3 大型调水工程工程变更决策支持系统选择索赔类型对话框

Fig. 3 Claim type selection dialogue box of engineering change decision support system for large-scale water transfer project

4) 选择工程变更条款, 推理机调用规则库规则进行工作, 根据工程变更条款, 因工程变更造成的索赔项目有: 人工费、材料费、施工机械费、间接费等。通过相关参数设定, 即可得到本工程最终的索

赔金额。某大型调水工程某标段索赔类型、依据条款、已索赔费用项目、未索赔费用项目均可显示在决策支持系统推理运行界面上, 方便管理者查看, 如图 4 所示。

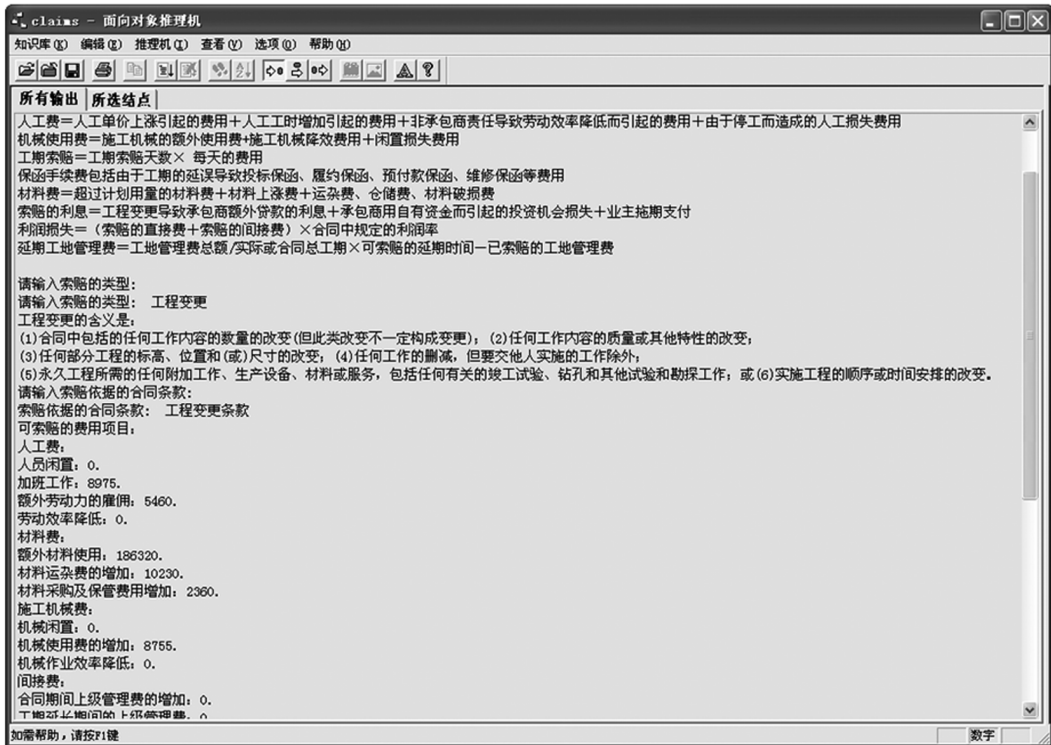


图 4 大型调水工程变更决策支持系统推理结果界面

Fig. 4 Reasoning result interface of engineering change decision support system for large-scale water transfer project

5 结语

根据知识与知识获取的理论和方法,对某大型调水工程建设项目施工索赔知识进行研究,提出了基于知识的决策支持系统设计,并对其主要功能的实现方法进行了研究分析。将基于规则和基于案例的推理手段相结合,设计了结构化的索赔处理过程,建立了便于使用者储存大量结构化案例的案例库,为决策用户获取所需的索赔知识,尤其是对索赔领域的经验知识的获取提供了重要途径。基于索赔的工程建设管理决策支持的研究应用,在大型调水工程信息的采集和数字化管理方面做出了有益的尝试。

参考文献

- [1] 王辉鹏,董春游. 决策支持系统发展研究[J]. 应用能源技术, 2009(6):48-50.
- [2] 崔元星,张俊,刘闻,等. 决策支持系统结构浅析[J]. 装备制造技术,2010(3):67-68.
- [3] 史忠植,林芬,罗杰. 主体网格智能平台 AGrIP 构建及其应用[J]. 智能系统学报,2006(1):18-20.
- [4] 刘芸芸,胡文亮. 初探 GIS 在南水北调中线工程的应用——河北省“数字南水北调”工程为例[J]. 南水北调与水利科技, 2004,2(2):26-28.
- [5] 钟登华,宋洋,刘东海,等. 大型引水工程施工三维可视化仿真系统研究[J]. 系统工程理论与实践,2003,23(11):111-118.
- [6] 张阳,邓东升,熊璋,等. 工程建设与调度管理决策支持技术研究[J]. 南水北调与水利科技,2009,7(6):1-3.
- [7] Gastelum J R, Valdes J B, Stewart S. A decision support system to improve sater resources management in the conchos basin[J]. Water Resources Management, 2009, 23(8):1519-1548.
- [8] Hrebicek J. Environmental decision support system for environmental performance evaluation[C]//Sustainability in the Information Society. 15th International Symposium Informatics for Environmental Protection, 2001: 321-326.
- [9] 陈勇强,何伯森. 国际工程索赔管理的一种新思路——初步索赔专家系统模型:索赔矩阵[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2000,2(4):299-302.
- [10] Wang Wei. Study of claim support system for hydraulic engineering based on CBR and RBR[C]// International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2010.
- [11] 肖春燕,吴斌,史忠植. 一种面向对象的智能故障诊断专家系统的实现[J]. 计算机应用与软件,2002(5):21-23.
- [12] 杨健,赵怡琴. 基于案例的推理技术研究进展及应用[J]. 计算机工程与设计,2008,29(3):710-712.
- [13] 罗杰文,施智平,何清,等. 一种 CBR 与 RBR 相结合的快速预案生成系统[J]. 计算机研究与发展,2007,44(4):660-666.

Study and implementation of claim decision support system for large water transfer project

Wang Wei

(State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

[Abstract] Considering the shortage of the experience and expert in construction claim of large water transfer project, case-based reasoning (CBR) and rule-based reasoning (RBR) in artificial intelligence are used in claim management. The knowledge-based claim decision support system is designed and implemented, in which the previous cases of hydraulic engineering claims are stored structurally. The system is used for the construction management of a trans-basin water transfer project.

[Key words] water transfer project; claim management; case-based reasoning (CBR); rule-based reasoning (RBR); decision support system