

基于 CBR 的工程目标书综合评价决策支持系统

许志端, 张金隆

(厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 根据工程目标书评价决策领域的特点, 应用基于事例推理(CBR)的技术, 研究并设计了基于事例推理的工程目标书综合评价决策支持系统。

关键词: 基于事例推理; 标书综合评价; 决策支持系统

中图法分类号: TP 319 文献标识码: A

1 引言

建筑工程项目招标是招标人对申请实施工程的承包人的审查、评比和选用过程^[1]。工程项目评标涵盖的信息量大且类型复杂, 涉及众多因素, 构成了一种递阶式的多层评价指标体系结构, 其中有的指标可定量描述, 有的则只能定性描述, 且主要还是依赖于评价者自身的经验或判断, 是一种非结构化的决策过程。目前对标书的综合评价方法可分为主观评价法和客观评价法, 但无论是哪一类方法, 在实际应用中还摆脱不了评价过程中的随机性及评价者主观上的不确定性和认识上的模糊性。这就导致现有评标方法的人为因素较多, 评标周期长、效率低, 已成为招标人招标过程中的瓶颈。因此, 需要有一类方法, 既能充分考虑评价者的经验和直觉思维的模式, 又能降低评价过程中人为的不确定性因素; 既具备综合评价方法的规范性, 又能体现出较高的问题求解效率。

基于事例推理 CBR(Case Based Reasoning)是动态决策环境下求解不良结构问题的一种有效方法, 它利用过去求解同类问题的经验来求解当前问题, 十分接近专家求解问题的思维过程^[2~3]。将 CBR 应用于工程目标书综合评价中, 一方面扩展了传统数学模型的求解方式, 另一方面又兼顾了专家凭直觉、想象加经验求解问题的特点, 同时又避免了如何实现专家评判知识的获取这一主要瓶颈。

笔者设计了基于事例推理的标书综合评价决

策支持系统 CBRBCEDSS(Case-Based Reasoning Bid Comprehensive Evaluation Decision Support System), 系统将使得标书综合评价中依赖于评价者经验或直觉判断的非结构化部分变为系统化, 非形式化的决策过程也将相应变得结构更为完整和规范; 同时 CBRBCEDSS 不仅能提高评价结果的有效性和质量, 而且还提高了评价过程的效率。

2 CBRBCEDSS 的设计思想

在标书评价中要解决的有如下关键问题: 为标书评价指标体系确定权重分配方案, 即针对递阶式的多层指标体系中的 n 项指标构成的指标集 U , 确定一组权重向量 W 。

指标的权重反映了每项指标对评价总目标的重要程度, 反映了专家对领域问题理解的一个重要方面, 是专家经验和决策者意志的体现, 它相当程度上决定了综合评价的精度。由于工程项目所涵盖的信息量大且类型复杂, 业主追求的目标及相应采取的策略也不尽相同, 因此没有两个工程项目是完全一样的。为了让最具优势、最适合本项招标工程项目特点的施工企业中标, 在对标书进行综合评价时, 评价指标的权重就应针对招标工程项目的特点而作适当调整, 即采用变权的方法。然而专家在确定权重分配方案时, 并不是从头凭空开始, 而是利用其丰富的经验和知识, 根据以往类似工程项目的标书评价指标的权重分配方案, 再针对当前工程项目的特点, 来制定新的权重分配方案。由于权重分配方案的确定主要是靠专

家凭过去的经验来进行的,在一定程度上不可避免地存在专家的主观性,因此如何科学、合理地确定指标权重分配方案正是笔者要研究的重点。

针对上述问题,将CBR技术应用到标书评价中,建立基于事例推理的工程目标标书评价决策支持系统 CBRBCEDSS。CBRBCEDSS 的基本设计思想如下^[4]:

(1)将以往成功招标的工程项目(建安工程类)的标书评价材料(最好是那些已施工完毕,且业主对最终建筑产品表示满意的那些项目及标书)进行整理,表达成事例。每个事例表示一项工程项目及相应的标书评价结果,其内容分为3部分:第一部分是说明工程项目的类别(建安工程类项目仍可进一步划分);第二部分是影响指标权重分配方案的因素集 F ; 第三部分是标书评价的结果。这一部分又分为指标权重分配方案及中标的

工程目标标书的评价指标属性值向量(可以有多个属性值向量,即可用相同的权重分配方案来评价多个工程项目的标书)。而后将这些事例按一定的策略组织成事例库。

(2)每当有新的招标工程项目时,可根据新项目的工程项目类别及影响指标权重分配方案的因素集 F ,按一定的检索策略在上述事例库中寻找相似的事例,选择其中最相似的事例,取出其中的指标权重分配方案。根据需要,按照一定的调整策略对选中的指标权重分配方案进行调整,以适应当前新项目的特点。同时将其中与当前标书最接近的中标工程项目的评价指标属性值向量及相关信息展示给评价专家,作为评价专家为当前标书进行评价的参照和依据,得出当前所有标书的指标属性值向量。

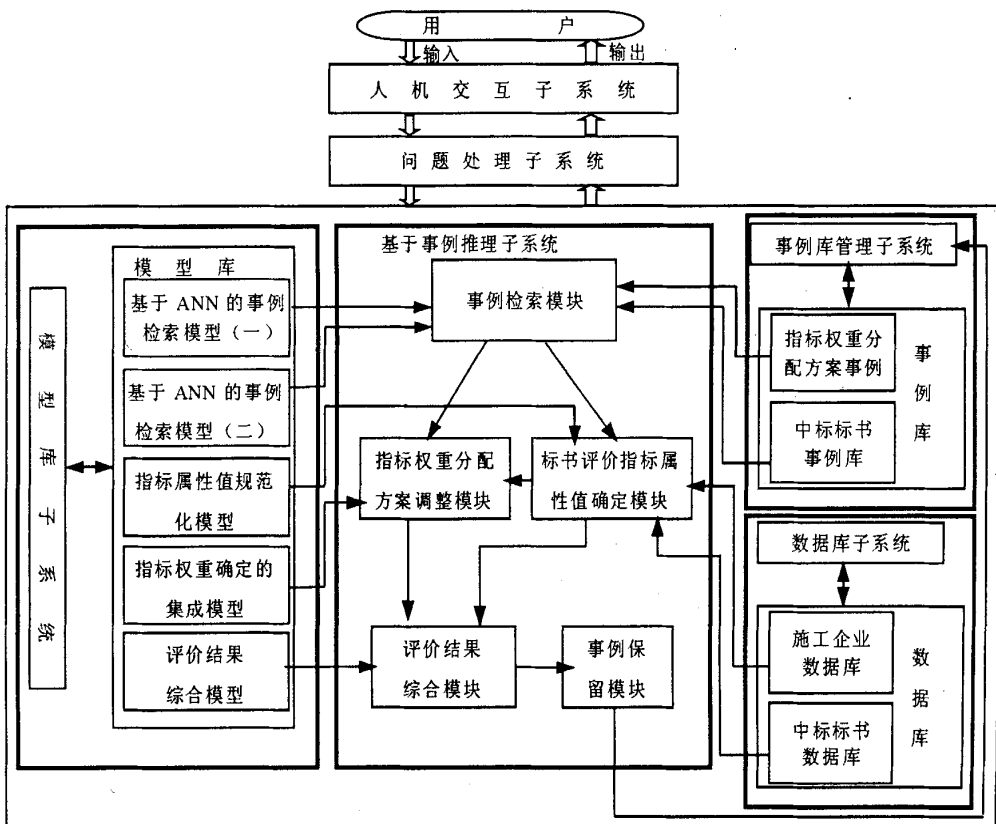


图1 CBRBCEDSS 的体系结构

(3)采用有关策略,将多位评价专家为多份标书所作的指标属性值进行综合,得出每份标书的最终综合评价结果,并得到所有标书的优劣排序。

CBRBCEDSS 利用 CBR 技术的优势,既能充分发挥评价专家的经验 and 直觉思维模式,又能降低综合评价过程中人为的不确定性因素。它较好

地解决了标书评价过程中的“评价两难”问题,成为支持评价专家进行标书评价的一种强有力的智能化辅助工具。

3 CBRBCEDSS 的体系结构

在上述设计思想基础上,可以建立 CBR-

BCEDSS 的体系结构,如图 1 所示。CBRBC 由 6 个相互联系的子系统构成,其中基于事例推理子系统是其核心部分。

3.1 人机交互子系统

这是用户与 CBRBCEDSS 之间信息交互的接口。其主要功能如下:通过人机交互的方式,由用户完成系统在标书综合评价过程中所需要的全部信息的输入,同时将系统运行过程中的提示信息、中间结果及最终的决策支持结果以适当的方式输出给用户。

3.2 问题处理子系统

这是 CBRBCEDSS 的总控部分,它规划系统的行为,在处理问题的过程中协调各子系统之间的关系并进行子系统之间的信息传递,同时监视决策过程的进程。CBRBCEDSS 采用基于黑板结构的问题处理子系统。

3.3 事例库及管理子系统

在 CBRBCEDSS 中,将原来的成功招标的标书评价事例一分为二,即有 2 个事例库:指标权重分配方案事例库和中标的工程目标书事例库(本文称为“中标标书事例库”)。2 个事例库之间的联系是,对于具有相同指标权重分配方案的中标标书都赋予一个相同的编号,这个编号就是该指标权重分配方案事例在其相应事例库中的编号。

事例库管理子系统主要完成事例的描述、特征的抽取和事例的索引等,同时还具备对事例的增加、删除和修改等维护功能以及对两类事例的多种查询功能。

3.4 数据库子系统

CBRBCEDSS 设置了数据库子系统,包括施工企业数据库(如企业基本情况、资信数据、人事数据以及财务数据等)和中标标书数据库(包括了工程概况、主要施工方案、报价清单表等内容),目的是为评价者在确定指标属性值时提供必要的数据库,以便做出更科学、合理、公正的评判。这些数据库只有在评价专家认为必要时才被调用,仅供查询而不能被修改,它随着中标标书事例库的增加而增加。

3.5 模型库子系统

在特定的领域中,由于任务的复杂性,在 CBR 系统中仅仅依靠纯 CBR 技术是不够的,必须与其他推理技术合作进行复合事例推理,才能解决特定的新问题。由于标书综合评价的特点,笔者采用了基于模型推理的辅助推理技术。为此,在 CBRBCEDSS 中,设立了模型库及相应的模

型库子系统,模型库中不同的模型用于 CBR 推理过程的不同阶段。目前模型库中共有以下 5 种模型^[9]:

(1) 基于 ANN 的事例检索模型(一)。它主要用于对指标权重分配方案事例库的检索过程。

(2) 基于 ANN 的事例检索模型(二)。该模型主要用于对中标标书事例库的检索过程。

(3) 指标属性值规范化模型。在标书综合评价前必须把指标体系中的分指标按某种效用函数规范化到某一量纲区间,规范化时所使用的这种效用函数就是文中所指的指标属性值规范化模型。在本系统中,该模型将指标属性值统一规范化到[0, 1] 区间。

(4) 指标权重确定的集成模型。该模型基于主客观集成赋权的思想,主要用于对检索到的相似指标权重分配方案事例进行调整,使调整之后的指标权重分配方案既能反映评价专家的经验 and 直觉思维模式,又能反映评价对象本身所具备的客观信息。

(5) 评价结果综合模型。采用有关策略,将多位评价专家为多份标书所作的指标属性值进行综合,得出每份标书的最终综合评价结果。

模型库子系统主要完成对上述模型的建立、更新和查询等维护功能,以及选择、运行等进行问题求解的推理功能。

3.6 基于事例推理子系统

基于事例推理子系统是 CBRBCEDSS 的核心部分,其主要功能是完成标书综合评价的基本推理过程,由以下 5 个模块组成:

(1) 事例检索模块。该模块要完成对指标权重分配方案事例库和中标标书事例库的检索过程。首先根据影响当前待评标工程项目的标书评价指标权重分配方案确定的因素集 F (即事例特征集),利用基于 ANN 事例检索模型(一)从指标权重分配方案事例库找到最相似的事例以及相应的相似度 θ ,作为指标权重分配方案调整模块的启动输入;接着,以检索到的最相似的指标权重分配方案事例的事例编号作为索引,在中标标书事例库找出与该事例相对应的那一组中标标书事例,输入当前待评标工程项目的特征集(文中采用主要工程量清单为特征集),利用基于 ANN 事例检索模型(二)从那一组中标标书事例中检索到最相似的中标标书事例,作为标书评价指标属性值确定模块的启动输入。

(2) 标书评价指标属性值确定模块。该模块

将完成各位评价专家对各份投标标书各项评价指标属性值的确定过程。评价专家在为定性指标打分值的过程中,可根据需要参相似的中投标标书事例中的属性值向量,以及施工企业数据库和中投标标书数据库中的相关数据,以便做出更科学、合理、公正的评判。当所有标书的指标属性值都确定之后,就可调用模型库中的指标规范化处理模型为每一项指标的属性值进行规范化处理,使之隶属于 $[0, 1]$ 区间。

(3) 指标权重分配方案调整模块。该模块主要完成对最相似的指标权重分配方案事例的调整以适用于当前待评工程项目的标书评价,提供3种新指标权重分配方案的产生方式。其中 θ 表示当前待评工程项目与以往已评工程项目的相似度, θ_1 与 θ_2 表示专家为系统设定的阈值。

①当 $\theta \geq \theta_2$ 时,表示当前情况与以往的某种情况极其相似,已检索到的相似指标权重分配方案无需调整,可直接使用。

②当 $\theta < \theta_1$ 时,表明必须重新产生一个新的指标权重分配方案,系统采用人机交互方式,从每位评价专家那儿都获得一个指标权重分配方案,而后经过相应的综合处理,就可得到一个综合了所有评价专家意见的指标权重分配方案。再以此方案作为主观赋权法得到的结果,调用指标权重确定的集成模型,可获得新指标权重分配方案。

③当 $\theta_1 \leq \theta < \theta_2$ 时,表明需对相似指标权重分配方案进行调整,调用指标权重确定的集成模型,可以获得新指标权重分配方案。

(4) 评价结果综合模块。该模块根据指标权重分配方案调整模块和标书评价指标属性值确定模块的输出来计算每一份标书的综合评价价值,并据此对所有的标书进行排序,评价价值越大者越优。

(5) 事例保留模块。该模块根据当前事例与已有事例间的相似度来确定保留的是哪一类事例。

上述6个子系统相互协调,通过不断的人机交互,实现对标书综合评价决策的支持过程。其中子系统之间的协调信息,人机交互信息等均通过黑板结构展示出来,使系统具有良好的人机界面,决策者可以监视系统的决策过程,掌握决策的主动权。

4 结束语

CBRBCEDSS就是利用基于事例的推理技术,以辅助评价专家高效、科学、合理和公正地对工程项目投标标书进行综合评价,较好地解决了综合评价决策领域中的“评价两难”问题。该系统的优点是将知识工程师的任务简化为事例特征的描述、术语的定义和标书综合评价决策事例的收集等,将增添新知识简化为向事例库中增加标书综合评价决策新事例。该系统具有自学习功能,能不断积累和更新标书综合评价决策事例,随着事例的增加,系统解决问题的能力将逐渐增强。

参考文献:

- [1] 刘尔烈,朱建元. 建设工程项目的招标与投标[M]. 北京: 人民法院出版社, 2000.
- [2] Slade S. Case-Based Reasoning [J]. AI Magazine, 1991, 12(1): 42-45.
- [3] Ram A, Samtamarfa J C. Continuous Case-Based Reasoning [J]. AI, 1997(90): 25-77.
- [4] 许志端. 基于事例推理的工程项目标书评价决策模型的研究[D]. 武汉: 华中理工大学管理学院, 2000.
- [5] 许志端, 杨兰蓉, 张金隆. 一种基于神经网络的事例相似度评估方法[J]. 华中理工大学学报, 2000, 28(10): 88-90.

Study of a Case-Based Reasoning Bid Comprehensive Evaluation Decision Support System

XU Zhi-uan, ZHANG Jin-long

Abstract: According to the characteristics of the construction project bid evaluation decision-making procedure, a Case-Based Reasoning Bid Comprehensive Evaluation Decision Support System is developed.

Key words: case-based reasoning; bid comprehensive evaluation; decision support system

XU Zhi-uan: Assoc. Prof.; School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China.

[编辑: 李道文]