

文章编号: 1001-0920(2008)07-0791-04

基于案例推理的谈判支持系统的研究

韩 雪, 冯玉强

(哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001)

摘 要: 通过对谈判案例的表达、检索、复用、评价、适配和学习的研究, 基于案例推理的谈判支持系统解决了谈判者谈判相关知识缺乏的问题; 在谈判案例表达方法中提出了属性分类方法; 采用改进的最近相邻法进行谈判案例适配, 以获得更相近的谈判历史案例; 通过对基于案例推理的谈判机制分析, 构建了基于案例推理谈判支持系统的体系结构, 并详细设计了谈判系统的功能。最后, 通过一个采购谈判方案验证了基于案例推理谈判支持系统的实用性。

关键词: 案例推理; 谈判支持系统; 案例表达; 案例检索; 案例学习

中图分类号: C931.6

文献标识码: A

Negotiation support system based on case-based reasoning

HAN Xue, FENG Yurqiang

(School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China. Correspondent: HAN Xue, E-mail: upperhan@126.com)

Abstract: In order to solving the scarcity of negotiators' corresponding knowledge, a negotiation support system based on case-based reasoning (CBR) is proposed. The negotiation case representation, retrieval, reuse, evaluation, revise and learning are researched. In the system, a case attributes' classification is presented in case representation. The improved nearest neighbors method is applied to case retrieval. All attributes of negotiation case are classified in the method so that the retrieved case is more similar to the current negotiation. By analyzing the negotiation mechanism, the framework of negotiation support system (NSS) based on CBR is built and the detail functions of all subsystems are designed. Finally, a case of buying negotiation is used to validate the effectiveness of the negotiation framework.

Key words: CBR; Negotiation support system; Case representation; Case retrieval; Case-based learning

1 引 言

近年来, 谈判作为解决社会生活中个人或团体间利益冲突的有效手段, 越来越受到更多专家学者的关注和研究。随着计算机技术的发展, 作为辅助谈判决策的工具, 谈判支持系统(NSS)也随之发展起来。NSS是以计算机和信息技术为手段, 应用决策科学、行为科学及有关学科的理论和方法, 针对谈判问题, 通过提供背景材料, 协助各方明确问题、识别冲突、修改完善模型、列举可行协议、进行分析比较, 为谈判各方达成协议提供支持的人机交互式信息系统^[1]。

以前的谈判支持系统研究所采用的方法仅局限于线性规划、效用函数法、兴趣偏好集结、指数标度和遗传算法等, 以此建立谈判模型并为谈判双方提供建议解决方案。这些方法的共同特点是, 根据当前

谈判的条件和环境寻求谈判的帕累托最优解, 或给出谈判双方均满意的协调解。这些方法最明显的缺陷是谈判模型所提供的方案在实际应用中失败的概率较大。

本文将案例推理(CBR)^[2]引入谈判支持系统, 把以前有关谈判的经验和技巧整理到谈判支持系统的相关知识库中, 并将以前的谈判以案例方式存储在数据库中; 在具体谈判过程中, 谈判者可根据现实谈判的环境, 通过对谈判案例库的检索和匹配寻求可行的谈判方案, 以帮助谈判者获得更大的收益。

2 基于案例推理的谈判机制

案例推理方法是美国 Roger 教授于 1982 年提出的, 随后在医疗诊断、法律案例及辅助 CAD 设计等领域得到成功应用^[3]。基于案例推理的谈判支持系统首先要求谈判者输入要解决的谈判问题的描述

收稿日期: 2007-05-19; 修回日期: 2007-08-02.

基金项目: 国家自然科学基金项目(79970084, 70171011).

作者简介: 韩雪(1976—), 男, 吉林九台人, 博士生, 从事管理信息系统、群体决策支持系统的研究; 冯玉强(1963—), 女, 哈尔滨人, 教授, 博士生导师, 从事管理信息系统、群体决策支持系统等研究。

信息,系统在谈判案例库中检索与目标案例相似的案例,此时谈判者可以复用检索出的相似案例来解决当前的谈判问题;然后根据谈判案例重用的结果决定如何对目标谈判案例进行评价.若案例评价证明案例重用的效果不佳,则可对检索出的相似案例进行修改,随后再次进行谈判案例重用和评价;若谈判案例评价证明案例重用的效果良好,则进入谈判案例学习阶段.谈判案例的重用、评价和修改过程是一个反复迭代的过程.基于案例推理的谈判系统一般具有如图1所示的结构.

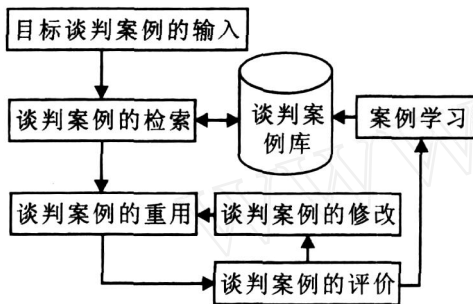


图1 基于谈判案例推理的系统结构

2.1 谈判案例的表达

谈判案例表达要遵循一定的规则,形成规范的结构,以便于案例的检索和适配.目前关于案例表示的方法有:逻辑表示法、产生式规则法、语义网络法和框架表示法^[4].

任何谈判案例都可看作一个实体,因此案例可由其各个属性描述出来.不妨将谈判案例 C 描述为 $C = \{A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n\}$. 其中: C 为谈判案例, $j = 1, 2, \dots, n$, n 为谈判属性集的个数; A_j 为谈判案例的第 j 个属性集, $A_j = \{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{mj}\}$, a_{ij} 为谈判案例的第 j 个属性集的第 i 个属性, $i = 1, 2, \dots, m$. 将 C 分解成 $C_1 = \{A_1, A_2, \dots, A_q\}$ 和 $C_2 = \{A_{q+1}, A_{q+2}, \dots, A_n\}$, 并且 $C = C_1 \cup C_2$. C_1 为谈判案例的主要属性,也称案例检索的必选属性; C_2 为谈判案例的次要属性,也称案例检索的可选属性. C_1 一般包括谈判的情景描述、目标属性、预选方案、实施结果和评价.这样谈判案例便由多个层次的属性构成,处在不同属性层次上的案例组成了谈判案例库.

2.2 谈判案例的检索和适配

案例检索可以分为初始匹配和用户选择两个过程.案例推理的基本原理是在案例库中检索出“最佳案例”,并为当前的谈判问题案例提供解决方案,因此检索算法的效率好坏对于案例推理方法而言是非常重要的.案例推理常用的检索方法主要有最近相邻法、归纳法和知识导引法.在基于案例推理谈判支持系统中,采用的检索方法是改进最近相邻法,其算

法描述如下:

$$\text{Sim}_k = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n p_{ij} w_{ij} \text{Sim}_{ijk}. \quad (1)$$

其中: Sim_k 为案例库中第 k 个谈判案例与当前案例的综合相似度; p_{ij} 为属性重要程度系数, w_{ij} 为第 j 个属性集中第 i 个属性在参与匹配检索的属性指标中所占的权重; Sim_{ijk} 为第 k 个旧谈判案例的第 j 个属性集中第 i 个属性指标与问题案例对应属性指标的相似度, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, p$, p 为案例库中的案例个数.

最近相邻法的关键是确定属性重要程度系数、属性指标权重和计算单个属性指标的相似度.属性重要程度系数 p_{ij} 采用下式确定:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & a_{ij} \text{ 为主要属性;} \\ d, & a_{ij} \text{ 为次要属性.} \end{cases} \quad (2)$$

其中: $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $d < 1$.

属性指标权重 w_{ij} 采用专家评分法确定,即

$$w_{ij} = d_{ij} / \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n d_{ij} * 100\%. \quad (3)$$

其中: d_{ij} 为谈判专家对问题案例第 j 个属性集中第 i 个属性指标重要度的打分, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$.

单个属性定量指标的相似度为

$$\text{Sim}_{ijk} = |Y_{ij}^* - Y_{ijk}| / Y_{ijk}. \quad (4)$$

单个属性定性指标的相似度为

$$\text{Sim}_{ijk} = \begin{cases} 0, & Y_{ij}^* = Y_{ijk}; \\ 1, & \text{其他.} \end{cases} \quad (5)$$

在式(4)和(5)中, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, p$, p 为案例库中的案例个数; Y_{ij}^* 为问题案例第 j 个属性集中第 i 个属性指标的值; Y_{ijk} 为案例库中第 k 个旧谈判案例的第 j 个属性集中第 i 个属性指标的值.

根据检索规则检索出一组可行的候选谈判案例,并根据相似度进行归类排序,形成选取案例集合 $\{ \text{Sim}_k / \text{Sim}_k < c \}$, $k = 1, 2, \dots, p$, p 为案例库中的案例个数, c 为案例差异允许值.选取的案例只是与当前谈判问题相似的案例,二者之间总会存在一定的差距,难以完全匹配.因此要通过适当的调整,即调整源案例的某些属性,使之适用于当前谈判案例的求解要求,以得到当前谈判案例的解决方案.案例适配是一个比较复杂和困难的过程,既要考虑当前谈判问题与源案例重要的、突出的差异,又要考虑源谈判案例的可重用部分,这就产生了两类适配规则:转换型适配规则和派生型适配规则.前者是对源方案直接进行修改;后者则是用生成源方案的算法或规则来推导一个新的解^[5].

2.3 谈判案例的复用和评价

案例的校验具有两方面的含义：一是求解新问题时对复用的结果进行修改；二是对案例库中案例的修改^[6]。本节仅探讨前者，后者将在谈判案例学习中讨论。

案例校验阶段有两个任务：1) 评估复用产生的解答，如果成功，则从成功中学习；2) 否则使用领域知识修复解答。前者采纳将解答应用于真实环境后的结果，它是一个 CBR 系统之外的步骤，应用解答的结果会需要一定时间才能显现；后者包括发现当前解答的错误，搜寻和生成对它们的解释，并修复解答，修复可以由用户修复或自修复。

本谈判模型采用基于谈判成果评价的“校验匹配算法”。其基本思想是：对一个谈判的最好评价是看其获得的成果是否接近其最初的谈判目标。如果用户运用建议方案进行谈判，其最终谈判结果与谈判的初始目标越为接近，说明该解答越成功。下面给出该匹配算法的计算方法。

设问题案例目标集 $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ ，最终结果集 $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ ，目标权重集 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 。其中： g_i, r_i, w_i 为相应的值， $i = 1, 2, \dots, m, j = 1$ 。将以上数据代入式(1)即可求出综合评价接近度 $Sim_{gr} = Sim_k$ 。

接近度越小，说明问题谈判案例结果越令人满意，可以认为建议谈判策略集是可接受的，考虑将其作为谈判的确定解，根据案例学习策略决定是否予以保存。而对于不满意的解答，则要根据领域专家给出的修正谈判策略集，并根据案例学习策略决定是否保留。

2.4 谈判案例的学习

案例推理的学习分为成功学习和失败学习两种。成功学习包含两层意思：第 1 层是案例推理成功；第 2 层是案例库学习。案例推理成功是指相似案例的解经过调整和修正，能作为谈判问题的解决方案。案例库的学习是指，如果案例库中存在相似度小于预先设定阈值 a 的旧案例，则案例不入库；否则谈判案例作为新案例添加到案例库中。失败学习也包含两层意思：第 1 层是案例推理不成功，是指不能在案例库中找到适用解；第 2 层是案例库学习，是指如果谈判专家能给出谈判问题的解，则该谈判问题案例入库，否则不入库。

3 案例推理谈判支持系统的体系结构

基于案例推理 NSS 主要由以下几个功能模块组成，如图 2 所示。

3.1 接口系统

接口系统由人机接口、网络接口和管理接口 3

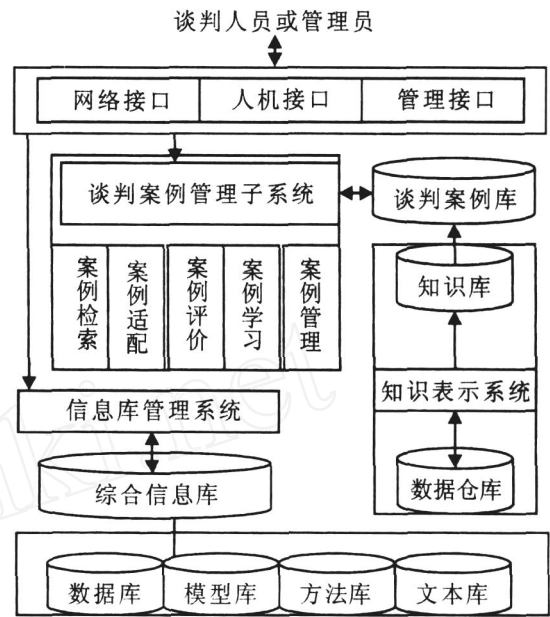


图 2 案例推理谈判支持系统的体系结构

个子系统构成。其中人机接口是实现谈判者和系统的交互，实现谈判案例信息的输入和建议案例信息的输出。多数情况下，谈判者掌握的信息是有限的、模糊的、不确定的和不完全的，这就要求人机接口应具有较强的信息识别和信息处理能力，能够通过启发诱导和专家问卷调查等方式明确当前谈判问题的案例描述。网络接口用来实现与管理谈判者之间的通讯、信息共享和数据交换。管理接口用来实现系统模块的定义和初始化，以及新系统功能模块的添加。

3.2 谈判案例库管理系统

谈判案例库中存有大量的历史谈判案例，是对过去谈判事件的背景、解决方案和实施结果等方面完整真实的描述。其中既包括成功的案例，也包括失败的案例，使谈判者可以吸取正反两方面的经验和教训，从而作出更有效的决策。

谈判案例库管理系统包括案例检索、案例适配、案例评价、案例学习和案例管理 5 个子系统。其中：案例检索系统主要完成谈判者定义的检索要求；案例适配子系统负责对建议案例的某些属性的修改，使其能够满足当前谈判问题的求解要求；案例评价子系统通过计算案例实际取得的成果和方案目标的综合相似度实现对建议案例的评价；案例学习子系统参考案例的评价结果或案例实践的结果，在案例库中增加新的谈判案例；案例管理子系统完成对案例数据的维护，主要包括谈判案例的增加、修改和删除等操作。

3.3 谈判信息库管理系统

谈判信息库管理系统包括谈判者数据库、模型库、方法库和文本库。其中：谈判者数据库存储谈判者的相关信息；模型库存储案例表示的模型；方法库

存储案例推理规则、算法和函数等;文本库存储系统所依赖的技术条件文本,或相关文件的地址等.在各数据库中都有预定义的数据供启动谈判案例推理使用.在现实使用过程中,最终用户可以对数据库中的数据查询、修改和添加,同时对每一数据库进行日志管理,以追踪数据记录的变化.

3.4 知识表示子系统

知识表示子系统是实现在历史谈判库中发掘新的谈判案例,并添加到谈判案例库中.依据数据挖掘和其相应的关联规则,在谈判数据库中挖掘某一谈判相关的属性知识,并将其存储到知识库中;然后按其对应关系将这种与某一案例相关的知识转换成谈判案例存放到谈判案例库中.

4 基于案例推理的谈判案例分析

4.1 案例背景及描述

斯达国际纸业集团有限公司富裕造纸基地计划在公司内部采购 10 t 八号铁线,通过公司网上冗余物资交易系统检索到牡丹江造纸分公司有 15 t 八号铁线要以 3200 元/t 的价格转让.根据实际情况,该谈判案例问题可描述为 $C_{01} = \{A, G, S, R, V\}$, 其中: A 为谈判的情景描述集, $A = \{a_{11}, a_{21}, a_{31}, a_{41}, a_{51}\}$, a_{11} 为谈判的双方, 值为“富裕造纸基地/牡丹江造纸分公司”; a_{21} 为谈判时间, 值为“2005-01-27”; a_{31} 为谈判方式或地点, 值为“网上谈判”; a_{41} 为谈判企业的类型, 值为“制造业”; a_{51} 为质量要求, 值为“表面积生锈不超过 1%”. G 为谈判的目标属性集, $G = \{a_{12}, a_{22}\}$, a_{12} 为第 1 目标, 值为“数量”; a_{22} 为第 2 目标, 值为“价格不超过 3150 元/t”. S 为谈判的预选方案集, $S = \{a_{13}, a_{23}\}$, a_{13} 为第 1 方案, 值为“单独购买”; a_{23} 为第 2 方案, 值为“寻找购买伙伴全部购买”. R 为谈判的实施结果集, 为待求解问题. V 为谈判的评价集, $V = \{a_{15}\}$, a_{15} 为接近度指标.

4.2 案例的求解

根据当前谈判问题案例的 A, G, S 属性集的约束,对谈判案例库进行检索,得到 3 个源案例.其中的一个为 $C_{04110901} = \{A, G, S, R, V\}$. 其中: $A = \{$ “富裕造纸基地/牡丹江造纸分公司”, “2004-11-09”, “网上谈判”, “制造业”, “表面积生锈不超过 0.5%”, $G = \{$ “5 t”, “价格不超过 3180 元/t”, $S = \{$ “单独购买”, “用轴承交换”, $R = \{$ “5”, “3160 元/t”, $V = \{$ “0.003”. 如果 $a = 0.6, c = 0.2$, 将以上数据代入式(1)则有

$$\begin{aligned} \text{Sim}_{C_{04110901}} = & \\ & 0.05 * 0 + 0 * 1 + 0.05 * 0 + 0.1 * 0 + \\ & 0.1 * / 0.01 - 0.005 / / 0.0005 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0.1 * (10 - 5) / 5 + \\ & 0.4 * / 3150 - 3180 / / 3180 + \\ & 0.1 * 1 + 0.1 * 0 = 0.304 < a. \end{aligned}$$

富裕造纸基地采购人员联合佳木斯造纸分公司共同买下 15 t 八号铁线,成交价格为 3100 元/t. 于是案例的综合评价接近度为

$$\begin{aligned} \text{Sim}_{gr} = & \\ & 0.2 * / 10 - 10 / / 10 + \\ & 0.8 / 3150 - 3100 / / 3100 = 0.013 < c. \end{aligned}$$

该谈判案例推理成功,案例学习成功,将其保存到谈判案例库中.

5 结论

基于案例推理的谈判支持系统可以帮助谈判者消化海量复杂的信息,避免谈判者因不具有某方面的专门知识而面临的各种困难,帮助谈判者把相关的事实和概念知识加以组合和加工,以便确定有效的谈判策略.同时,可使谈判决策人员拥有比对手更强的谈判实力,从而实现利益分割的最大化.

参考文献(References)

- [1] Calosso T, Cantamessa M. Negotiation support for make-to-order operations in business-to-business electronic commerce [J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2004, 20(5): 405-416.
- [2] Hossein Bidgoli. Group support system [J]. J of Systems Management, 1996, 47(4): 56-62.
- [3] Waston. Case based reasoning is a methodology not a technology[J]. Knowledge-based System, 1999, 12(5/6): 303-308.
- [4] Rainer Schmidt, Lothar Gerl. Case based reasoning for antibiotics therapy advice: An investigation of retrieval algorithms and prototypes[J]. Artificial Intelligence in Medicine, 2001, 23(2): 171-186.
- [5] Chang Churn-Lang. Using case-based reasoning to establish a continuing care information system of discharge planning [J]. Expert System with Applications, 2004, 26(3): 601-613.
- [6] Vincent Aleven. Using background knowledge in case-based legal reasoning: A computational model and an intelligent learning environment [J]. Artificial Intelligence, 2003, 150(2): 183-237.
- [7] Ren Z, Anumba C J. Learning in multi-agent systems: A case study of construction claims negotiation [J]. Advanced Engineering Informatics, 2002, 16(4): 265-275.
- [8] Samuel P M Choi, Liu Jiming, Chan Sheng-ping. A genetic agent-based negotiation system [J]. Computer Networks, 2001, 37(2): 195-204.