

文章编号:1001-9081(2006)03-0717-03

基于实例推理的企业动态联盟伙伴选择与优化模型

王斌^{1,2}, 谢庆生¹

(1. 贵州大学 CAD/CIMS 工程技术中心, 贵州 贵阳 550003; 2. 盐城工学院, 机电学院, 江苏 盐城 224001)

(ycandymail@yahoo.com.cn)

摘要: 将基于案例的推理方法运用于动态联盟伙伴企业选择与优化系统中, 建立了伙伴企业选择系统的模型。具体讨论了方案库和评价结果库的建立, 提出了基于灰色关联理论和模糊集理论相结合的相似度计算方法, 从而可以准确地检索到相近案例, 提高了伙伴企业选择的效率和准确性。

关键词: 动态联盟; 伙伴搜索; 案例推理; 灰色关联度

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:**A

Partner choosing and optimizing model of dynamic alliance based on case-based reasoning

WANG Bin^{1,2}, XIE Qing-sheng¹

(1. CAD/CIMS Institute, Guizhou University, Guiyang Guizhou 550003, China;

2. School of Mechanical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224002, China)

Abstract: CBR (case-based reasoning) method was applied to the partner search and optimizing system, and a model of partner choice system was established. The method of establishing case and its evaluation value databases was discussed. A method of calculating the similarity degree based on grey-relational theory and fuzzy-set theory was put forward. Thus, similar cases can be found out accurately, and the efficiency and accuracy of partner enterprises choice can be promoted.

Key words: dynamic alliance; partner search; case-based reasoning (CBR); grey-relational degree

0 引言

寻求合作伙伴是组建动态企业联盟形成过程中的关键。企业在组建动态联盟时, 需要根据核心能力原则从众多候选企业中选择适当的合作伙伴, 为此首先需要对这些企业的核心能力进行分类, 然后进行组合^[1~3]。如果按照上述方法对每个企业进行核心能力识别, 其工作量很大, 且历时较长, 容易延误对市场机遇的把握。

目前已有的伙伴企业选择方法对难以定量化的因素和非结构性的问题考虑不足, 因此不能做到全面的评价。目前所采用的多种评估方法能够选择出综合能力最优的各个成员企业, 但这些成员企业集成的动态联盟却往往丢失了不能体现个体企业的核心能力。因此在组建企业动态联盟时, 我们不一定需要追求个体能力最强的伙伴企业, 而是需要找到协同能力强的、与动态联盟目标要求一致的企业作为其成员。

对企业而言, 针对类似的产品定单如果重新评估计算选择伙伴企业没有意义, 而在以往的动态联盟内进行调整则更加实际。就伙伴企业信用、安全因素多方面因素的考虑, 盟主企业也希望优先考虑与曾经合作的、信誉良好的企业建立动态联盟。另外有些指标值涉及企业核心机密, 企业不愿意提供真实的指标值, 这将直接影响企业能力评估的准确性。

基于对上述诸多方面因素的考虑, 本文提出一种基于实例推理的动态联盟成员企业的评估算法, 可以比较客观快速地确定出企业合作伙伴。其中案例相似度采用何种度量方法是决定整个系统效用的关键。本系统在传统算法的基础上采用灰色关联理论^[4]和模糊集理论相结合的相似度算法, 不仅

减少了运算量, 而且还克服了多指标因素相互关联的情况。

1 基于实例推理的方法

基于实例推理的方法 (Case-Based Reasoning, CBR) 的基本原理: 以实例为基础进行推理, 把人们以往的经验存为实例库中的实例, 当面临新的问题时, 就可以通过搜索知识库中过去同类问题的求解过程与结果, 找到合适的实例作为参考, 这其实是实现经验的重用; 如果对找到的实例有不满之处, 就可以进行修改以适应当前情况, 修改后的实例将被再次存入实例库, 以便下次使用时作为参考, 这其实是实现经验的自学习。

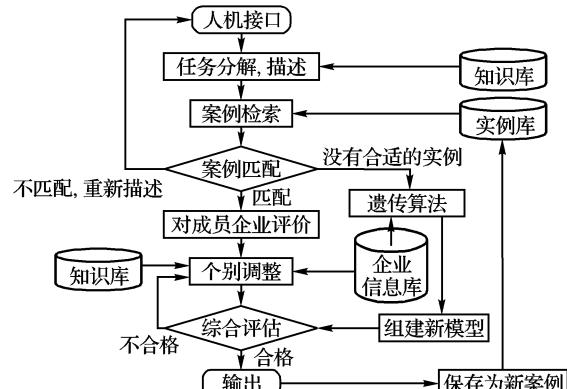


图 1 案例推理的伙伴企业选择系统工作流程

CBR 目前广泛应用在企业决策、机械设计、法律咨询、疾病识别、天气预报等众多领域^[5,6]。但在企业动态联盟的合

收稿日期: 2005-09-16 修订日期: 2005-12-06 基金项目: 国家 863 计划项目(2003AA414013, 2004AA414070)

作者简介: 王斌(1975-), 男, 江苏盐城人, 讲师, 硕士研究生, 主要研究方向: 制造业企业信息系统; 谢庆生(1954-), 男, 贵州贵阳人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 制造业企业信息系统。

作伙伴的选择方面的应用还是首次。

案例推理的伙伴企业选择系统工作流程如图 1 所示,基本过程如下:

- 1) 问题描述。对目标案例规则化描述,确定各个指标隶属度,输入 CBR 系统。
- 2) 案例抽取。通过相似度度量,从案例库中检索出匹配的案例。
- 3) 案例修改。基于知识的修改方法对最佳相似案例进行修改和调整后作为目标案例解。
- 4) 案例库更新。对目标案例建立有效的索引并进行必要的调整后添加到案例库,以便下次调用。

2. 伙伴企业选择系统的实现

2.1 案例的描述

要实现 CBR,实例的表述是非常重要的。它是 CBR 系统的基础,应该具有良好的组织结构,在便于查询和存储的同时能够提高查询速度和精度。本系统的实例表述采用动态存储模式,即通过一种通用的实例结构来组织具有共同特征的实例,再用它们的不同点作为索引把不同的实例区分开来,如图 2 所示。

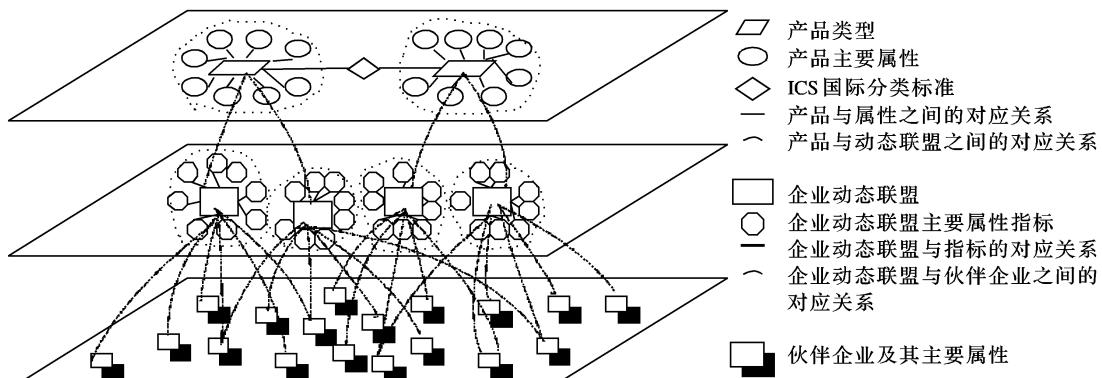


图 2 企业动态联盟实例内部结构描述

在动态联盟的选择方案选择多准则评价的决策支持系统中,将案例模型表示为:

$$\begin{aligned} \text{case}(P, F, R) = \text{case}((p_1, p_2, \dots, p_n), \\ (f_1, f_2, \dots, f_n), (r_{\text{定性}} \text{ or } r_{\text{定量}})) \end{aligned}$$

其中: $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, P 为该实例的生产能力描述, p_i 为该动态联盟的主要产品 ID 号序列,并按产品类型适配度大小排列。 $F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$, f_i 为该动态联盟方案的单因素指标特征,指标特征从时间、质量、成本、服务、敏捷性、领先性、历史记录 7 个方面来对动态联盟进行初步描述和存储。 $R = (r_{\text{定性}} \text{ or } r_{\text{定量}})$, r 为单因素指标的特征值,既可以是定性的,也可以是定量的评价结果。本文采用统一的 10 分制评分标准,来量化定性特征的值。

2.2 案例库的建立

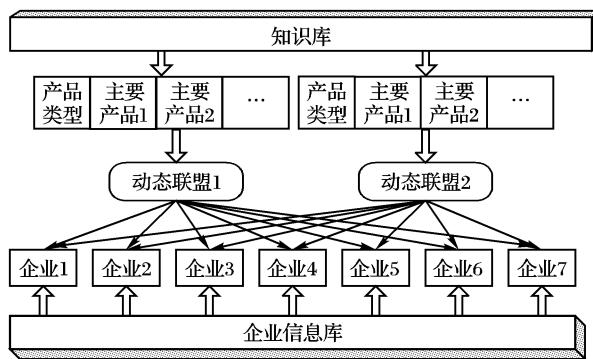


图 3 实例的存储方式

案例库中案例的建立遵循以下原则:

核心能力原则 企业具有并能够为联盟贡献自己的核心能力。

总成本原则 动态联盟总的实际运作成本应不大于个体独立完成任务的全部成本总和。

敏捷性原则 为了把握快速变化的市场,联盟对各个伙伴企业具有较高的敏捷性要求。

要的调整后添加到案例库,以便下次调用。

2 伙伴企业选择系统的实现

2.1 案例的描述

要实现 CBR,实例的表述是非常重要的。它是 CBR 系统的基础,应该具有良好的组织结构,在便于查询和存储的同时能够提高查询速度和精度。本系统的实例表述采用动态存储模式,即通过一种通用的实例结构来组织具有共同特征的实例,再用它们的不同点作为索引把不同的实例区分开来,如图 2 所示。

风险最小化原则 动态联盟是一种高风险的组织形式,因此在选择伙伴时应最大程度回避或减少整体运行风险。

根据产品类型和动态联盟的时间、质量、成本、服务、敏捷性、领先性、历史记录等主要属性,采用关系数据库 SQL Server 2000 技术建立方案库,对各个方案的指标值进行存储。同时建立案例评价结果库,存储案例的评价结果和各项特征值。方案库中用各个主要产品 ID 号作域名,评价结果库中用评价结果作域名,都采用案例号作为主关键字。案例的存储方式如图 3 所示。

利用关系数据库存储案例后,对方案库和评价结果库的管理和维护主要由数据库管理系统(DBMS)完成。

2.3 相似实例的检索

案例的检索模型和检索策略对案例检索的效果和效率有重要影响,根据虚拟企业的类型和特点,本文采用最近相邻策略并结合有关模糊数学理论的灰色系统评价法的混合检索策略。根据产品类型和关键指标对方案库进行初步检索。由于方案库采用关系数据库技术存储,产品名称作为主键,以 SQL 查询语句作为初步检索。具体检索语句如下:

```

SELECT 案例号 FROM 方案库
WHERE 产品 ID 号 = '输入值'
AND f( v1 ) >= '指定值 1'
AND f( v2 ) >= '指定值 2'
...
AND f( vn ) >= '指定值 n'

```

其中 v_1, v_2, \dots, v_n 为关键指标,该检索语句中 $>=$ 也可能是其他运算符,视具体指标要求而定。产品 ID 号可以根据产品类型和名称在系统自带的产品分类表查询到。

在初步检索到相关企业动态联盟后,对企业定单要求进行分解并对产品本身的加工要求进行分析,列出其主要或者全部指标,并根据合同或者其他客观要求拟订相关指标的权重,并根据指标及其权重进行二次检索。

首先对定性指标进行量化处理,其评分标准(10 分制)如

下:(0,不能用;1,缺陷多;2,较差;3,勉强可用;4,可用;5,基本满意;6,良好;7,好;8,很好;9,超目标;10,理想)。

设 C 是通过关键指标对案例库进行初步检索得到的所有集合。则该方案集表示为:

$$C = [\text{方案 } 1, \text{ 方案 } 2, \dots, \text{ 方案 } m] = [c_1, c_2, \dots, c_m] \quad (1)$$

$$V = [\text{指标 } 1, \text{ 指标 } 2, \dots, \text{ 指标 } n] = [v_1, v_2, \dots, v_n] \quad (2)$$

将元素 c_i 与 v_j 组合 (c_i, v_j) 计为 $f_{ij} \circ F$ 为 $m \times n$ 个 f_{ij} 所构成的指标集:

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix} = (f_{ij})_{m \times n} \quad (3)$$

将(3)式各元素除以其所在列的元素的最大值,得到其模糊隶属度,以消除各指标值的量纲。矩阵 $F = (f_{ij})_{m \times n}$ 经过消除量纲的标准化处理后得到新的矩阵 $F' = (f'_{ij})_{m \times n}$ 。案例的检索则转化成方案空间 C 中各方案 $c_i = f_i(v_1, v_2, \dots, v_n)$ 的指标值与企业产品合同要求产品指标属性值 $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$ 的适配度的比较。同样输入指标值与初次检索出的案例指标值代入(3)式进行消除量纲的标准化处理后得到:

$$F(C_0) = [f'_{01}, f'_{02}, \dots, f'_{0n}] \quad (4)$$

根据模糊数学和灰色系统的基本理论,度量输入的指标值与案例库空间 C 中某一方案 $c_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 相对应的指标因素 $v_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 的相关性大小:

$$\xi_{ij} = \frac{k \max_i \max_j |f'_{0j} - f'_{ij}|}{|f'_{0j} - f'_{ij}| + k \max_i \max_j |f'_{0j} - f'_{ij}|} \quad (5)$$

i 为案例号, j 为指标标识号。 k 为分辨系数, 取值在 $(0, 1)$ 之间, 可人为设定。由式(5)可知, ξ_{ij} 的值在 $[0, 1]$ 之间。 $m \times n$ 个 ξ_{ij} 构成方案选择的多目标灰色关联度判断矩阵 ξ :

$$\xi = \begin{bmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} & \cdots & \xi_{1n} \\ \xi_{21} & \xi_{22} & \cdots & \xi_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \xi_{m1} & \xi_{m2} & \cdots & \xi_{mn} \end{bmatrix} = (\xi_{ij})_{m \times n} \quad (6)$$

每个指标对方案选择的影响程度各不相同,确定它们的权重矢量 $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ 。定义理想方案与案例库方案的广义权距离为:

$$d_{oi} = p \sqrt{\sum_{j=1}^n [w_j(1 - \xi_{ij})]^p} \quad (7)$$

其中 p 为距离参数,令 $p = 1$,求出海明距离。

因此 c_0 与 c_i 的相似度就转化为 c'_0 与 c'_i 的相似度,设 r 为相似度,则:

$$r_{oi} = 1 - d_{oi} \quad (8)$$

选取相似度 r_{oi} 最大的案例。如果出现两个以上相同的最大值,则令 $p = 2$,并代入(7)式重新计算,求出它们的欧氏距离并再次进行比较 r_{oi} ,将求解结果修改后作为目标案例的求解结果。

设定相似度阈值 r^* ,若最大相似度 $r_{oi} \geq r^*$,则选择对应的方案 c_i ;若最大相似度 $r_{oi} < r^*$,则选择转为采用遗传算法进行评估^[7]。

3 企业信息库的建立与实现

企业共享信息库的建立为实例的修改提供支持,同时在没有合适实例的情况下,利用遗传算法选择企业组建联盟也是以企业共享信息库为基础的。该信息库采用 Microsoft SQL Server 2000 + SP3 作为数据库管理系统,存放了企业基本信息、产品信息、人才资源、技术资源(知识)、能力信息、业绩信息和辅助信息等信息。

企业信息表(Enterprise):描述网络化制造企业的基本注册信息。

企业产品信息数据表(PartTSS):记录产品四个层次的有关分类数据。不同的企业将各自的零件输入到数据库,这个表格记录零件的基本信息,包括对应的企业 ID、零件名称、添加时间和对应的图纸等。

人力资源表:说明企业人力资源的基本信息。

硬件信息表(HardwareInfo):不同的企业将各自的硬件输入到数据库,这个表格记录硬件的基本信息。

软件信息表(SoftwareInfo):不同的企业将各自的软件输入到数据库,这个表格记录软件的基本信息。

企业设备信息表:记录设备族四层的分类数据和属性。

企业信息评价库则存放着有关企业各种信息资源的评价结果。

企业信息库与企业信息评价库都采用企业 ID 号作为主关键字。

4 结语

本文提出了一种基于案例推理技术的企业动态联盟伙伴选择与优化模型,并采用了灰色关联理论和模糊集理论相结合的相似度计算方法,从而克服了多指标因素相互关联的情况,为动态联盟伙伴企业的选择提供了高效的、客观的决策方法。

目前本决策方法在某市汽车零部件制造企业动态联盟领域进行检验、测试,效果理想。本课题提出的方法与专家系统相比较,结论基本一致,但在效率、可靠性方面更胜一筹。

参考文献:

- [1] 谢庆生. 我国制造业 ASP 发展的模式与策略[J]. 中国制造业信息化, 2003, 32(1): 66–70.
- [2] 李少波, 谢庆生. 基于 ASP 的动态联盟制造资源管理框架研究[J]. 中国机械工程, 2005, 16(6): 502–507.
- [3] LI S-B, XIE Q-S. Prototype of Knowledge-based Product Development Integration Assistant System, Progress in Intelligent Computation and Its Applications[A]. ISICA2005[C], 2005. 466–471.
- [4] 徐晓臻, 高国安. 案例推理在多准则评价智能决策支持系统中的应用研究[J]. 计算机集成制造系统——CIMS, 2001, 7(1): 16–20.
- [5] SHIU CK, SUN CH, YEUNG DS, et al. Transferring case knowledge to adaptation knowledge: an approach for case base maintenance[J]. Computational Intelligence, 2001, 17(2): 295–314.
- [6] ZHANG Z, QIANG Y. Feature weight maintenance in case based using introspective learning[J]. Journal of Intelligent Information Systems, 2001, 16(1): 95–116.
- [7] 陈剑, 冯蔚东. 虚拟企业构建与管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.