

虚拟企业冲突预防与消解的研究

高阳, 周伟

(中南大学商学院, 湖南长沙, 410083)

摘要: 分析了虚拟企业组建和运作过程中的冲突问题, 建立了结合冲突预防和冲突消解策略的集成体系结构模型; 采用供应链管理和协同商务构建虚拟企业协同运作环境, 实现冲突预防; 采用正向推理和合同网协商构成集成的冲突消解策略。冲突消解过程中, 模糊推理的应用实现了策略的自动匹配, 为虚拟企业快速响应市场提供了可靠保证。

关键词: 虚拟企业; 冲突消解; 多智能体技术; 集成体系结构模型

中图分类号: F271 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-3104(2003)06-0805-04

虚拟企业正成为现代企业快速响应市场需求的理想模式。它具有分布性和异构性的特点, 需要结合多智能体技术在自治的成员企业间进行可靠而有效的协作。由于各成员企业具有知识不完备、不同的目标及资源等问题, 冲突往往不可避免, 需要采取相应的策略来进行冲突预防和消解。已经提出的冲突解决方法主要有基于规则的冲突解决、基于实例的冲突解决、基于约束的冲突解决和基于协商的方法^[1-3]。由于虚拟企业中的冲突的复杂性, 单纯依靠一种冲突消解方法不能很好地解决问题, 于是基于集成的冲突解决方法成为新的研究方向^[4]。而这些研究尚处在刚刚起步阶段, 有待于进一步完善深化。

一、冲突产生的原因及特点

在虚拟企业中, 成员企业可视为一个个的智能体, 每个智能体是自治的, 有着自己独立的结构、知识库和问题求解策略; 但是每个智能体的资源、能力、信息是有限的, 智能体之间必须通过一定的协调才能完成对整个问题的求解。冲突主要出现在企业组建和企业运作过程中, 产生冲突的原因很复杂, 主要有以下几方面:

(1) 不同的领域知识。各领域的智能体考虑问题的角度不同, 使得协作时智能体的目标与结果间

存在着对立与矛盾。如设计人员做出的设计不符合工艺人员或其客户的评价要求。其实质在于缺乏一个共同的知识表达方法和一致的语义模型, 一个领域的知识和信息难以被正确传达给另一个领域的成员。

(2) 不同的目标。由于智能体的目标存在差异, 做出的假设不同, 难以从全局把握, 导致另外的智能体目标不能实现。如设计过程中, 设计方案或设计属性无法同时满足一定的功能目标、可制造性目标或可装配性目标等导致局部设计结果之间相互矛盾、互不协调。

(3) 有限的资源。当产品设计、生产调度所需的资源本身不足, 或对资源需求的规划与调配不合理时, 就会产生冲突。

冲突之间并不是独立、相互排斥的。当一个消解策略实施时, 最初的冲突可能从一类冲突变成另一类冲突。例如, 一个智能体修改它的目标来消解冲突后, 另外一个智能体可能不得不再调整一些行动(冲突)来适应目标的变化。另外, 一类冲突消解失败时, 智能体可以将其视为另一类冲突而通过相应的方法来处理。

二、冲突消解体系的建构

若虚拟企业要成功地运行, 首先需构建协同运

收稿日期: 2003-08-28; 修回日期: 2003-12-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70172015); 教育部高等学校博士点专项科研基金资助项目(20010533016)。

作者简介: 高阳(1943-), 男, 湖南望城人, 中南大学商学院教授, 博士生导师, 主要研究方向: 信息与决策、计算机网络系统、经济管理理论与建模等。

作环境,保证虚拟企业的正常运行,预防冲突的发生;其次,必须动态地关注虚拟企业运行过程中可能出现的问题或冲突,并适时采取一定的协调措施加以解决,以保证虚拟企业的平稳运行。虚拟企业的冲突消解不能局限于被动型的事后反应消解机制,而应结合多智能体技术,实现冲突的事先预防。在冲突发生时,采取集成的消解策略,最大限度地提高虚拟企业的敏捷性。

为此,我们建立了一个集成的冲突消解系统模型,如图1所示。系统主要由五部分组成:冲突预防、冲突检测、冲突归档、冲突消解和冲突管理^[5]。

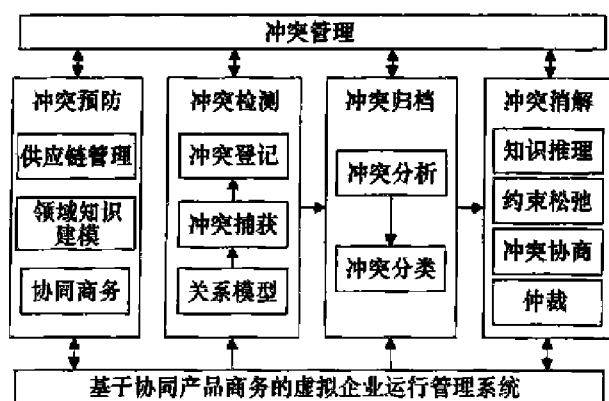


图1 冲突消解体系结构

(1) 冲突预防: 在虚拟企业运行中,通过采用供应链管理、定义统一的领域知识和协同商务,来使得企业顺利运行,避免冲突的发生。

(2) 冲突检测: 主要目的是通过捕获各智能体发送来的消息,检测是否存在冲突,并记录冲突的对象、来源。虚拟伙伴之间存在大量相互依赖、相互制约的关系,必须建立一套关系模型来形式化这些关系。这些关系可以通过约束、Petri网或多智能体系统作为形式化描述工具,来实现冲突检测。

(3) 冲突归档: 对捕获的冲突进行冲突分析,建立各冲突的关联图,冲突关联主要包括因果、平行、耦合关系,可采用二元组进行描述。根据冲突检测器记录的冲突信息,检索冲突分类数据库中冲突类别,判断冲突的类型。

(4) 冲突消解: 根据冲突标识器得到的冲突类型,以及冲突的对象、来源,寻求冲突消解的策略并提出解决方案。对不同冲突类型可采取不同的冲突消解策略。对某种冲突采用一种冲突消解方法不能得到满意的结果时,可寻求另一种消解方法来解决。

(5) 冲突管理: 管理冲突相关信息,保存冲突消解历史,相关冲突消解知识库、实例库等。

当冲突发生时,系统启动冲突检测器,捕获系统中存在的冲突,并对冲突进行登记;接着触发冲突归档器,对捕获到的冲突进行分析,建立各种冲突的关联图,通过分析冲突关联,分清冲突的主次,主要冲突具有消解的优先权;冲突消解器根据冲突的分类采用相应的消解策略进行消解。

三、冲突的预防

冲突预防是通过解除冲突产生的根源而达到避免冲突的目的。在虚拟企业中,需要构建协同运作环境,协调成员企业之间的运作,才能达到冲突预防的目的。

构建虚拟企业协同的运作环境,首先对虚拟企业业务过程建模,将成员企业的业务有机地结合在一起,实现核心业务物理上的或逻辑上的重组,按照供应链模式进行组建,将客户、供应商、生产商、销售商等紧密联系起来。从而促进企业间的协作,提高企业的敏捷性,使得虚拟企业迅速结盟、运作和平稳解体。

其次,构建协同商务运作环境来避免虚拟企业不同的领域知识的冲突,消除成员企业中间的“信息孤岛”。协同商务概念是Aberdeen Group于1999年10月首先提出的^[6]。它利用Internet技术,通过各种异构信息系统之间的沟通和协作,把分散在各地的客户、制造商、供应商和分销商结合在一起,在知识共享的基础上,定义统一的领域知识,形成一个紧密合作的商业环境。协同商务整合企业的上下游产业,以中心制造厂商为核心,将产业上游供应商、产业下游供应商、物流运输商、服务商及往来银行进行垂直一体化整合,构成一个电子商务供应链网络,促成供应链向动态的、虚拟的、全球化的方向发展。它实现的关键是信息内部处理并行化及信息链紧密耦合化。

通过协同商务信息平台的建立和业务流程的重组,虚拟企业实现了信息集成和并行处理,使产品生产和采购计划通过物流需求计划实现一体化运作,从而使整个虚拟企业供应链在极短时间内几乎同步对运作变化做出反应,当企业出现冲突时,有充分的时间来采取策略进行消解。

四、冲突的消解

冲突避免技术无法消除所有的冲突发生,冲突

发生后需要采取处理冲突消解机制来处理。通常消解方法包括约束松弛法、知识推理和协商方法。

虚拟企业可以视为一个多智能体系统, 智能体之间存在冲突时, 考虑到了各自的求解目标和利益目标, 采用约束松弛往往会造成某个智能体求解目标和利益目标的改变, 当这种改变不利于其完成任务时, 这个智能体可能会拒绝接受约束松弛, 从而导致消解失败。因而约束松弛有其使用的局限性, 一般适合于成员企业内部冲突消解或耦合度较小的冲突消解, 对于耦合度较高的冲突则采用知识推理或协商的方法进行消解。

(一) 知识推理

基于知识的推理是在知识库和数据库的支持下, 它广泛应用于各领域的技术, 主要包括基于规则的推理(RBR)、基于事例的推理(CBR)。知识推理实现过程中, 首先采用基于规则的冲突消解方法; 对冲突关联复杂, 耦合度高, 难以采用 RBR 方法消解的冲突, 采用基于事例的冲突消解方法。

1. 基于规则的推理

在虚拟企业运作中, 存在着多种领域知识, 智能体的领域知识通常可以以规则的形式进行表达, 形成知识库。因此, 在一定的推理机制的支持下可辅助智能体进行冲突消解。RBR 在实现的过程中相对于 CBR 要容易。因此, RBR 已成为协同设计过程中冲突消解经常采用的简单、有效的方法。

在 RBR 冲突消解过程中, 消解规则通常表示为: IF< Condition> THEN < Resolution method>。其中< Condition> 是对冲突的高度概括, < Resolution method> 则是相应的冲突消解策略。

2. 基于事例的推理

CBR 是对人类认知过程的模仿。CBR 支持经验本身和场景本身的描述和记忆, 而且具有很强的扩充性和自适应性, 这一点对一些知识无法表达、规则难以提取的推理非常有效。在 CBR 中, 事例的集合成事例库, 事例库实现的事例有效的组织和管理。当要解决一个新问题时, 一般是通过检索事例库, 找出与新问题最相似的一个或几个事例, 通过修改事例来满足新问题, 修改后的冲突解决实例立即存入实例库, 可用于解决今后类似的冲突问题。

3. 知识推理过程

知识推理的冲突消解中, 我们采用产生式规则进行描述虚拟企业冲突知识, 并建立知识库存储规则和事例, 采用正向推理, 从已知的信息出发, 选用知识库中合适的知识, 逐步求解冲突问题。正向推

理过程中, 用户将求解的问题的相关信息存入数据库, 推理机根据这些信息, 从知识库中选取适用的知识, 得出新的信息存入数据库, 再根据当前状态选用知识, 如此反复, 直到求出解为止。

(二) 协商

协商是分布式人工智能(DAI) 研究中引起广泛关注的一种信息交换和冲突消解模式。一般来讲, 是指用来增进系统协调的通讯机制。协商能够在任意层次上实现, 它便于灵活地消解冲突。协商通常包括基于冲突知识的协商、基于代价的协商和多级协商。

当冲突不能由约束松弛和知识推理进行消解时, 系统将消解失败的消息发生到冲突智能体, 由冲突的双方进行协商, 各自修改自己的计划、目标或者知识, 按照合同网协议的方式进行协商。智能体按照如下的方式选取不同的行动:

冲突的智能体 a 在先提出一种解决方案, 智能体 b 接收方案后, 经过评价, 确定是否接受该方案。如果同意, 则 b 接受 a 的建议; 如果 b 认为 a 提出的方案与自己的方案相差甚远, 双方根本没有调和余地, 它可以拒绝接受 a 的方案, 再通过仲裁进行解决。如果 b 认为还有商量的余地, 则提出自己的反建议, 再征求 a 的意见。经过不断让步, 最后取得协商的成功。在协商的过程中, 智能体可以根据所获对方信息的更新, 采用贝叶斯决策, 不断改变自己的信念, 提出自己的建议, 加速协商的进程^[6]。

五、虚拟企业冲突的集成消解策略

各种冲突消解策略具有不同的适应环境。约束松弛(CR) 一般适合于成员企业内部冲突消解或耦合度较小的冲突消解; 对于耦合度较高的冲突采用知识推理或仲裁的方法进行消解。知识推理能相对较快地消解冲突。在推理实现过程中, 首先采用基于规则(RBR) 的冲突消解方法; 对冲突关联复杂, 耦合度高, 难以采用 RBR 方法消解的冲突, 则采用基于实例(CBR) 的冲突消解方法。对于涉及到多个智能体, 需要交互协作, 一般需要采用协商的方法来共同消解冲突, 但是冲突消解的时间较长。通过对冲突方法进行建模, 可以实现冲突策略的智能选择, 根据不同的冲突选取不同的冲突消解方法, 从而形成虚拟企业冲突的集成消解策略。

(一) 冲突消解策略的选择

冲突消解方法的描述可以用模糊集合来表示。设在冲突论域 $U = \{x_1 + x_2 + \dots + x_n\}$ 由 n 个属性组成, 用 x_i 表示, 则论域上任一模糊集合 A 可表示为:

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/x_i$$

其中, $\mu_A(x_i)$ 是 x_i 属于 A 的隶属度。 $+$ 与 Σ 是模糊集引用的符号, 不是表示相加与求和。 A 代表消解的不同方法, 由冲突的隶属度来表示。

当一个新的事例 E 需要按照冲突的特征选择相应的冲突消解策略时, 先将其冲突主要特征与每个冲突消解方法进行比较, 求出两个模糊集的相似度, 选择相似度最大的集合作为冲突消解方法。

集合 A 和事例 E 相似度可以定义为^[7](303-311)]:

$$r(A, E) = \frac{\sum_{i=1}^n \min\{\mu_A(u_i), \mu_E(u_i)\}}{\sum_{i=1}^n \max\{\mu_A(u_i), \mu_E(u_i)\}}$$

在简化的冲突消解策略的选择模型中, 策略的选择可以认为是由冲突涉及的智能体个数、冲突之间的关联程度和冲突处理急迫程度来确定。

所以在论域 U 中, x_1 表示智能体个数多少, x_2 表示冲突关联程度, x_3 表示冲突处理急迫程度。 CR (约束松弛)、 RBR (规则推理)、 CBR (事例推理)、 NEO (协商) 为 U 上模糊概念相应的模糊集:

$$\begin{aligned} CR &= 0.1/x_1 + 0.2/x_2 + 0.6/x_3, & RBR &= 0.4/x_1 + 0.3/x_2 + 0.8/x_3 \\ CBR &= 0.5/x_1 + 0.6/x_2 + 0.7/x_3, & NEO &= 0.8/x_1 + 0.8/x_2 + 0.4/x_3 \end{aligned}$$

以上的隶属度由冲突消解策略的适用条件确定, 不同类型的策略, 其属性的隶属度不同。

(二) 冲突的集成消解策略

冲突是系统冲突检测后, 经过归档, 选择合适的冲突消解策略进行消解的。

(1) 智能体自动捕获到冲突的发生, 冲突消解系统记录下冲突事件。

(2) 智能体对冲突进行分析, 建立冲突的关联图, 分离各种冲突属性, 判断冲突类型。

(3) 推理机按照模糊匹配的原理, 根据冲突属性的隶属度, 自动选择冲突消解策略。当进行知识推理的冲突消解时, 采用正向推理算法进行消解。当进行协商消解时, 通过基于贝叶斯自学习合同网协议, 智能体交互来达成协议。

(4) 当系统不能自动消解冲突时, 需要人工干预, 通过仲裁的办法进行冲突消解。

参考文献:

- [1] J. V. Harrington, H. Soltan, M. Forskitt. Negotiation in a Knowledge-based Concurrent Engineering Design Environment [J]. Expert Systems, 1995, 12(2): 139-147.
- [2] G. Zlotkin, J. S. Rosenschein. Cooperation and Conflict Resolution via Negotiation among Autonomous Agent in Noncooperative Domains[J]. IEEE SMC, 1991, (21): 1317-1324.
- [3] S. Conry, R. Meyer, V. Lesser. Multistage Negotiation in Distributed Planning[R]. COINS Technical Report, University of Massachusetts, 1986: 86-87.
- [4] P. Rayson. Collaborative Product Commerce[J], Manufacturing Engineer, 2001, (80): 8-12.
- [5] 盛步云, 冯占峰, 杨明忠. 多 Agent 型 CAPP 系统的冲突消解[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2001, (1): 49-51.
- [6] GAO Yang, ZHOU Wei. Multi-agent System Architecture for Synergic Production in Virtual Enterprise[C]. Proc. of Inter. Conf. on Management Science & Engineering, 2002: 2273-2277.
- [7] Timothy J. Ross. Fuzzy Logic with Engineering Applications [M]. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 1995.

Conflict resolution research based on multi-agent in virtual enterprises

GAO Yang, ZHOU Wei

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In order to resolve the conflicts in virtual enterprises, an integrated conflict resolution system architecture is constructed. Different coordination mechanisms are adopted to avoid conflicts and several kinds of resolution strategies are used together to resolve conflicts. Knowledge based reasoning and Contract Net Protocol is adopted in the integration conflict resolution system. The strategies can be chosen automatically with fuzzy reasoning, which ensure that virtual enterprises respond rapidly to the market.

Key words: virtual enterprise; conflict resolution; multi-agent; integrated architecture