

基于资源的协商模型的关键策略研究与实现

梁茹冰

(华南农业大学 理学院, 广东 广州 510642)

摘要: 基于资源的多议题 MAS 协商模型的提出是为了满足当前电子商务系统发展的要求的。基于“资源”体现了这种需求。文中给出了基于资源的协商过程中关键的算法和详细处理流程, 从多议题、基于经验协商、决策支持和算法流程具体化、形式化方面作了深入研究。并且通过模拟系统实现了算法的功能, 实验结果证明该协商模型是可行的。

关键词: MAS; 多议题; 协商; 基于资源

中图分类号: TP18; F724.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)10-0077-03

Research and Design on Negotiation Model's Important Strategies Based on Resource

LIANG Ru-bing

(Department of Science, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: For the actual need of the resource in electronic commerce negotiation problems, present a new multi-agent multi-issue negotiation model based on resource. This paper analyses the negotiation processes in detail, all of the important arithmetics and their flow charts are given. Our study is on the multi-issue, based on experience, decision support, negotiation algorithms design, and formalized model etc. Last, with the experiment, demonstrate the possibility of this negotiation mechanism.

Key words: multi-agent system; multi-issue; negotiation; resource-based

0 引言

电子商务的智能化是当前电子商务研究领域的热点^[1]。智能化主要表现在以下方面: 搜索代理、个人数字代理、卖方的主动推荐^[2]和双边及多边协商^[3]等等。对此, 文中提出了基于资源的多 Agent 多议题的协商模型。

1 基于资源的多 Agent 多议题协商的基本思想

1.1 基于资源的思想

基于资源协商的基础是与 ERP (Enterprise Resource Planning, 企业资源规划) 和智能型电子商务的机制密切相关的。该模型中, “资源”主要分为两类: 动态资源和静态资源, 其范围是很宽泛的。例如, 协商时买卖双方 Agent 的心智属性、偏好、规则库等是动态资源; 协商时使用的经验库和实例库是历史性积累的静态资源; 后台数据库是“资源”的资源, 既有动态, 也有静态的部分等等。

基于资源的 MAS 多议题协商模型的设计思想把客户需求、企业生产和供应商的资源整合在一起, 使协商模块完全可以融入企业的其他应用系统中。基于资源的

MAS 多议题协商模型研究双边多议题协商问题。模型模拟了买方和卖方的协商行为, 各方协商 Agent 之间既有竞争的关系, 又有协作的关系。协商 Agent 的目的是最后成交, 即经过一系列的讨价还价, 双方达成某种可以接受的协议, 既满足买方的需求, 又能达到卖方预期的利润。

1.2 Agent 及多 Agent 体系结构

Agent 体系结构如图 1 所示^[4]。在基于资源的多 Agent 多议题协商模型中, 当有协商请求 (来自买方效应器) 时, (卖方) 感应器便可激活一个协商过程, 并且在协商过程中, 协商双方 Agent 的心智属性、偏好及其调整、协商平台的环境信息等等局部协商数据都可以被 (买卖双方) 感

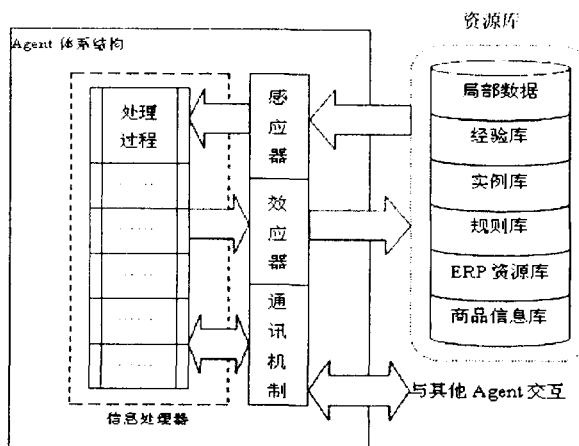


图 1 Agent 体系结构

收稿日期: 2005-12-29

作者简介: 梁茹冰 (1980-), 女, 安徽合肥人, 硕士, 助教, 研究方向为计算机网络、人工智能; 导师: 李吉桂, 教授, 研究方向为计算机网络、电子商务和图像处理。

应器采集到,这些信息属于动态的资源。协商结果由(卖方)效应器输出,用户的选择决定协商是否成功,直接影响到协商环境。

感应器和效应器是基于资源库的,买方感应器感应到用户的协商请求,由其效应器将此信息发送到协商环境中;当卖方 Agent 感应到此请求并能够进行协商时,便成功地触发了一次双边协商。在协商过程中,效应器不断地向环境提出资源请求(如进行实例匹配、提出成功经验、获取 ERP 资源等等),并通过感应器接收能够满足需要的各类资源。

买卖双方 Agent 之间的多轮协商和交互是由通讯机制完成的,通常是使用某种 Agent 通信语言(ACL)来进行消息的传递。信息处理器的一系列处理过程是间接地基于资源的,即必须要通过感应器和效应器。经验库和实例库是静态资源,是由许多次协商积累而成的;局部数据和规则库是动态资源,直接影响和控制本次协商。协商模型结构如图 2 所示^[4]。

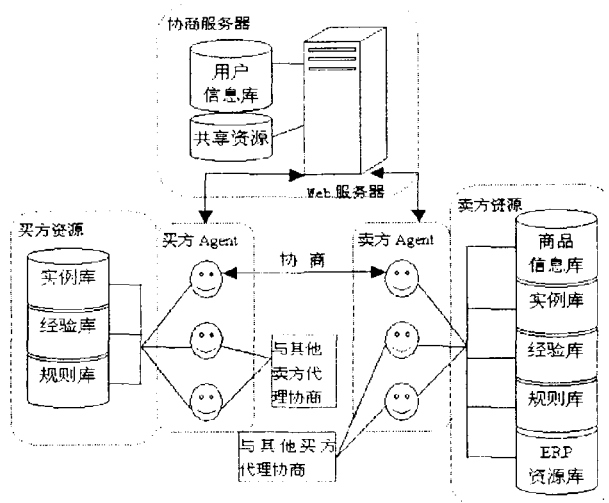


图 2 协商模型结构

2 关键协商算法和策略

2.1 初始提议策略

文中提出的产生初始提议过程为:由买方提出的初始提议是包括价格、数量和交货时间 3 个分量的三元组,卖方接收到该提议后首先要判断数量和交货时间是否可以满足,其次再考虑对价格进行讨价还价。设定的规则为:

①若库存量能够满足买方的需要,初始提议不必修改;

②若库存量不能满足买方的需要,则将库存最大值作为反提议中的数量,交货时间不变;

③若库存量为零或当前库存量低于买方数量接受范围的下界,则再次满足初始提议中数量要求,但要根据企业生产计划调整交货时间;

④若数量和交货时间有一方不能满足可直接拒绝该提议,不必再对价格进行协商;

⑤交货时间由交货方式决定,除选择“亲自上门领取”的方式可以由用户自己定时间外,其他的交货方式对于时间都有一个预订的合理的取值范围。

2.2 协商过程中的让步策略

协商过程中有 3 种让步策略:焦急型、谨慎型和贪婪型^[2,5,6]。按照这种分类,作如下假设:买方的协商次数为 T_B ,卖方的协商次数为 T_S ;用 $\text{Max}B$ 和 $\text{Min}B$ 分别表示买方可接受价格的最大值和最小值;用 $\text{Max}S$ 和 $\text{Min}S$ 分别表示卖方可接受价格的最大值和最小值。文中设定的让步策略如下所述:

① 焦急型让步策略:

$$\text{买方: } P_1(t) = \frac{\text{Max}B - \text{Min}B}{T_B} \times t + \text{Min}B;$$

$$\text{卖方: } P_1(t) = \frac{\text{Min}S - \text{Max}S}{T_S} \times t + \text{Max}S$$

② 谨慎型让步策略:

$$\text{买方: } P_2(t) = \frac{\text{Max}B - \text{Min}B}{T_B^2} \times t^2 + \text{Min}B;$$

$$\text{卖方: } P_2(t) = \frac{\text{Min}S - \text{Max}S}{T_S^2} \times t^2 + \text{Max}S$$

③ 贪婪型让步策略:

$$\text{买方: } P_3(t) = \frac{\text{Max}B - \text{Min}B}{T_B^3} \times t^3 + \text{Min}B;$$

$$\text{卖方: } P_3(t) = \frac{\text{Min}S - \text{Max}S}{T_S^3} \times t^3 + \text{Max}S$$

买卖双方在正式协商前要选择协商让步策略,让步策略和偏好一起提交给协商 Agent,让步策略和偏好是保密的。决策分析保证了公平选择最优的提议作为最后待成交的协商结果返回给用户,该提议充分考虑了买卖双方的利益,实现了双方的效用双赢。

2.3 利用成功经验的协商策略

卖方收到买方的初始提议,当数量和交货时间都可以满足的情况下,会进一步地判断经验库中是否有相似的协商成功经验。如果有的话,直接把频率最高的成交价格作为反提议中的价格发送给对方。对方接收到反提议后,也同理进行处理。直到经验库中已无相似实例或者达到双方的最大协商轮数为止。

相似性理论用于进行实例的匹配,出于对买卖双方私有信息的保护,分别从买方和卖方两个方面进行匹配。从买方角度看,只能获得自己的偏好和价格等的取值范围而不能获得卖方的私有信息;从卖方角度看,可以获得自己的私有信息。

假设 C_1, C_2 是两个待匹配的实例:

$C_1P_{B_Max}, C_1P_{B_Min}$ 表示实例 C_1 买方可接受的价格最大、最小值;

$C_2P_{B_Max}, C_2P_{B_Min}$ 表示实例 C_2 买方可接受的价格最大、最小值;

$\text{Type}(C_1)$ 和 $\text{Type}(C_2)$ 表示 C_1 和 C_2 买方偏好重要性比例;

$C_1(P), C_1(S), C_1(T)$ 表示 C_1 的价格、数量和交货时

间的偏好值;

$C_2(P)$ 、 $C_2(S)$ 、 $C_2(T)$ 表示 C_2 的价格、数量和交货时间的偏好值。

(1) 买方主要运用自己的偏好重要性和价格取值范围来进行相似性匹配:

$$\text{Sim}(C_1, C_2) = \frac{1}{2} (\text{买方价格相似度} + \text{买方偏好相似度}) = \frac{1}{2} \{ \text{Sim}(C_1(P_B), C_2(P_B)) + \text{Sim}(\text{Type}(C_1), \text{Type}(C_2)) \}$$

$$\text{Sim}(C_1(P_B), C_2(P_B)) = \frac{\text{Min}(C_1P_{B_Max}, C_2P_{B_Max}) - \text{Max}(C_1P_{B_Min}, C_2P_{B_Min})}{\text{Max}(C_1P_{B_Max}, C_2P_{B_Max}) - \text{Min}(C_1P_{B_Min}, C_2P_{B_Min})}$$

$$\text{Sim}(\text{Type}(C_1), \text{Type}(C_2)) = \frac{1}{3} [(1 - \text{abs}(C_1(P), C_2(P))) + (1 - \text{abs}(C_1(S), C_2(S))) + (1 - \text{abs}(C_1(T), C_2(T)))]$$

(2) 卖方相似性匹配方法是获取初始提议中的最低价格来进行相似度计算:

$$\text{Sim}(C_1, C_2) = \text{Sim}(C_1P_{B_Min}, C_2P_{B_Min}) = \frac{\text{Min}(C_1P_{B_Min}, C_2P_{B_Min})}{\text{Max}(C_1P_{B_Min}, C_2P_{B_Min})}$$

这里要注意的是,如果协商双方并不对称,解决的方法是:有经验的一方按其成功频率高低顺序进行反提议,另一方运用让步函数计算得到每轮的反提议。它们的最大次数都不能超过协商前定义的最大协商次数,有经验的一方终止后另一方仍然可以继续反提议。

2.4 决策分析策略

表 1 中,用 X 代表买方效用向量,用 Y 代表卖方效用向量, E 向量中的每个分量表示 X 与 Y 每个对应分量的差的绝对值与分量之和的比值,即 $E = \frac{C}{H} = \frac{|X - Y|}{X + Y}$ 。

用 $\text{Min}(E)$ 表示向量 E 中值最小的那个分量的编号,计算最优解运用的规则有:

① 如果 $\text{Min}(E)$ 惟一,则该收益表中该位置对应的提议为最优解;

② 如果 $\text{Min}(E)$ 不惟一(经验证明这种情况存在),例如, $(0.8, 0.9)$ 和 $(0.9, 0.8)$ 这两组值的差的绝对值与和的比值均为 0.06,但我们选择 $(0.9, 0.8)$,因为它更能满足买方的利益。

表 1 决策收益表

当前轮数	提议向量	买方效用 X	卖方效用 Y	$X + Y$	$\text{Abs}(X - Y)$
M_1	Offer_1	$U(B)_1$	$U(S)_1$	H_1	C_1
M_2	Offer_2	$U(B)_2$	$U(S)_2$	H_2	C_2
...
M_M	Offer_M	$U(B)_M$	$U(S)_M$	H_M	C_M

3 实验

为了测试多 Agent 多议题基于资源的协商模型,我们在单机环境下设计了一个原型。通过模拟多 Agent 多议

题协商,进一步证实基于资源的设计思想和协商策略的可行性。

我们选择 Java 作为协商模型的程序设计语言,在 Window2000Server 操作系统平台下开发。环境的配置^[2]采用 JDK1.4.2(基本类) + Jbuilder2005(Java 集成开发环境) + Tomcat 5.0(Web 服务器) + SQLServer2000(数据库管理系统)。

协商模型中主要有三类 Agent: 买方 Agent, 卖方 Agent 和管理者控制模块。我们将双方的协商过程封装到不同的 JavaBean 中,用户通过 JSP 网页调用和实例化 JavaBean 中的类对象;通过 JDBC 桥对连接数据源,实现资源的管理和利用;所有的服务器端运行的结果都提交由 JSP 以网页的形式在浏览器中向用户呈现。

实验原型完全实现了前面给出的关键算法,模拟实现了电子商务协商模型。该实验目的是验证多 Agent 多议题基于资源协商机制的可行性,尤其是验证提出的关键算法和处理流程的运行效果。从系统运行情况和测试数据来看,已基本达到设计要求。

4 结论

提出了基于资源的多 Agent 多议题协商模型,研究了其中的关键算法和协商策略,并从几个方面做了研究工作:

(1) 协商时考虑到更多的动态因素,基于的“资源”更加宽泛。

(2) 以前的模型虽然在偏好上定义了 Agent 心智方面的多个属性,并给这些属性赋予模糊的值,但在协商过程中,每一次提议和反提议,变化的只是价格这一个属性。在文中的研究中,买卖双方偏好定义的多个议题分量在协商过程中都会有量上的变化。

(3) 研究了基于资源的多 Agent 多议题协商问题,给出了协商过程中的关键算法和流程图。这些算法易于实现,复杂度低,考虑全面,能够体现基于“资源”的需求。

(4) 对于每一次买方或卖方的提议,效用函数都会计算此次提议的效用值。多轮协商过后,形成决策收益表,并利用该表计算出最优提议建议给协商者。

(5) 用 Java 语言编程实现了基于资源的协商模块的基本功能,通过实验验证了这种基于资源的多议题协商机制的可行性。实验结果证明了这种解决方案的可行性。

参考文献:

- [1] Wooldridge M. 多 Agent 系统引论[M]. 石纯一等译. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] Zlotkin G, Rosenschein J S. Cooperative and Conflict Resolution via Negotiation Among Autonomous Agents in Non-Cooperative Domains[J]. IEEE Trans SMC, 1991, 21(6): 1317 - 1324.
- [3] Rosenschein J S, Zlotkin G. Rules of Encounter: Designing Co-

$$D' = 1010010101111$$

遗传算法要求串表示的解及遗传算子操作后的解都是可行解,上述的交叉算子对于以二进制表示的串,是行之有效的。但如果问题的解没用由 0 和 1 组成的串表示,且串中的字符既不允许重复也不可以丢失时,上述的交叉算子就会产生不可行解。这里设计了新的交叉算子 K 来避免产生这种冲突。

交叉算子 K : 随机选择二交叉点,父串 1 位于二交叉点之间的字符不经任何改变直接传递给子串 1,为了避免字符的重复和丢失,子串 1 不是直接继承父串 2 位于交叉点两边的字符,而是首先删除父串 2 中已由父串 1 传递给子串 1 的字符,然后其余字符按父串 2 第二个交叉点后的顺序传递给子串 1。相同可得到子串 2,如图 1 所示。

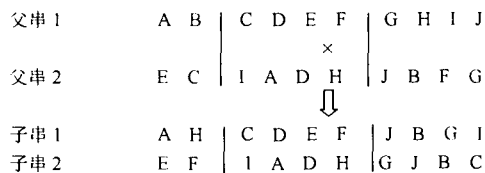


图 1 交叉算子

子串 1 直接继承了父串 1 位于二交叉点之间的字符 C,D,E,F,父串 2 中删除父串 1 已传递给子串 1 的字符 C,D,E,F,剩下的字符从第二个交叉点开始依此为 J,B,G,I,A,H,子串 1 依序继承了这 6 个字符。从此例看到父串 1 和父串 2 经过交叉算子 K 运算后产生的子串 1 既无重复字符,也没丢失字符。

2.3 变异算子

变异算子可以恢复种群在选择过程中丢失的格式并引入初始种群中不曾出现过的格式,使串在解空间中具有较好的分散性,这有助于阻止算法过早地收敛到局部最优解。变异的概率和生物界一样,每个个体发生变异的概率是很小的,但这种变异是非常有意义的,它和交叉一样保证了算法的全局收敛性^[6]。通常变异操作是根据变异率随机对串的某位进行变异,即改变某位的值。例如 1 0 1 1 1 0 1 的第四位数发生变异后为 1 0 1 0 1 0 1。

采用成对变异,即交换两字符,如图 2 所示,把 C 和 H 进行交换,而其它字符保持不变。

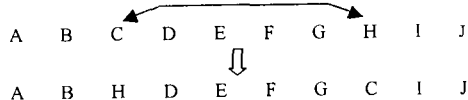


图 2 变异算子

3 实验结果

将上述设计的遗传算子应用于集成电路的布局问题^[4],用软件模拟了一个单元数为 16,线网数为 35,行数为 4,列数为 4 的门阵列模式布局实例。参数的选择和运行结果如表 1 所示。

表 1 参数选择和运行结果

种群规模	迭代次数	交叉概率	变异概率	最优值
50	500	0.5	0.1	81

4 结束语

文中不仅在理论上对遗传算子的特性和作用进行了分析,同时实验结果也证明了所设计的遗传算子在布局问题上的有效性和实用性。如何更好地使用遗传算法,挖掘遗传算法的潜力,还有以下值得研究的问题:

(1)并行和分布式遗传算法的理论和应用还有待进一步研究。

(2)根据自然进化机理发展新型的遗传算子,研究其作用机理与效果,丰富遗传算法的理论和方法,无疑是十分重要的,这是今后遗传算法理论研究的一个重要方面,这个方面如能取得重要进展,无疑会从根本上大大推动遗传算法的发展及其应用。

参考文献:

- [1] Holland J H. Adaptation in Natural and Artificial Systems [M]. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
- [2] Goldberg D. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning [M]. Reading, MA: Addison - Wesley, 1989.
- [3] Rudolph G. Convergence Analysis of Canonical Genetic Algorithms [J]. IEEE Trans on Neural Networks, 1994, 5(1): 96 - 101.
- [4] Cohoon J, Paris W. Genetic Placement [J]. IEEE Transactions on Computer - Aided Design, 1987, 6: 956 - 964.
- [5] Shahookar K, Mazumdar P. A Genetic Approach to Standard Cell Placement Using Meta - Genetic Parameter Optimization [J]. IEEE Transactions on Computer - Aided Design, 1990, 9: 500 - 511.
- [6] Grefenstette J. Optimization of Control Parameters for Genetic Algorithms [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC16, 1986(1): 122 - 128.

(上接第 79 页)

- ventions for Automated Negotiation among Computers [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1994.
- [4] 梁茹冰. 基于资源的多 Agent 多议题协商模型研究 [D]. 广州: 华南师范大学, 2005.
- [5] Rosenschein J S, Ginsberg M, Genesereth M R. Cooperation without communication [A]. In: Proc Fifth National Conf Ar-

tificial Intelligence (AAAI - 86) [C]. Philadelphia, PA: [s. n.], 1986.

- [6] Chavez A, Maes P. Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods [A]. In: Proc PAAM '96 [C]. London, UK: [s. n.], 1996. 75 - 90.
- [7] 侯晓强, 徐春荣, 勾海波. Java 服务器编程实例 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.