

一种基于相似度方法的并发协商策略^{*})

张 谦 邱玉辉

(西南大学计算机与信息科学学院 重庆 400715)

摘 要 多 Agent 协商是目前人工智能、电子商务等领域研究的热点问题。在电子商务活动中为了达到更好的效果,获得更多的利益,买方希望与多个卖方进行并发协商(与多个卖方同时进行协商),从中选择最佳的交易解决方案,这种需求广泛存在。本文利用相似度方法(similarity criteria)发展和评价了一种双边多议题多 Agent 并发协商策略,一方面使用相似度函数来计算对手的偏好类型,从而选择相应的协商策略;另一方面协商一方采用该策略后能够使得双方达成一致的可能性最大并且收益最大,从而使得一个 Agent 能够在半竞争、信息不完全和不确定以及存在最大协商时间的情况下,更为有效地完成多 Agent 并发协商。

关键词 并发协商,多 Agent 协商,相似度方法

A Similarity Criteria Based Strategy for Concurrent Negotiation

ZHANG Qian QIU Yu-Hui

(College of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715)

Abstract Concurrent negotiation is an important form in multi-agent negotiation system. This paper develops and evaluates a similarity criteria based strategy for concurrent negotiation in trading environments. By using this strategy, an agent can compute the opponent's preference in concurrent multi-issue negotiation in semi-competitive situations in which there exist information uncertainty and deadlines. The strategy enables the negotiation more effective and increases utilities of the system.

Keywords Concurrent negotiation, Multi-agent negotiation, Similarity criteria

1 引言

电子商务为买卖双方在互联网上进行有效和高效的交易活动提供了一个新的通道和交易模式^[6]。而有 Agent 介入的电子商务为交易过程中的不同阶段(包括需求确定、产品代理、合同协商和达成一致等阶段)提供基于 Agent 的解决方案,使得电子商务系统具有了智能性和自治性。目前电子商务技术主要应用在建立买卖双方电子档案和资金处理等事务中。随着电子商务技术的快速发展,一种新的协商电子商务(E-negotiation)解决方案产生^[6],从而产生了更为灵活高效的协商模型,特别是交易过程中的合同协商和达成一致阶段,这也使得电子商务系统具有自我决策和学习能力。因此自动协商已成为当前电子商务领域中的一个研究热点和重要问题。

自动协商是一组自治 Agent 为了某个或某些与利益相关的议题相互进行通信已求达到一致的过程^[4]。它是多 Agent 系统中一种重要的交互形式^[3]。协商的议题可以是价格、数量、质量和交货时间等等。这些议题构成了一个合同,协商双方通过轮流提议,即修改合同中不满意的议题值,从而协商双方达成一致,即形成一个双方都认可的合同。根据协商涉及议题的数量可以将协商分为单议题协商和多议题协商。而根据协商过程中交互的性质,又可将协商分为一对一协商、一对多协商和多对多协商。一对一协商是指只有两个 Agent 参与协商,通常使用启发式方法构造协商模型和处理协商过程中的不确定性。一对多协商是指一个 Agent 与多个 Agent 进行协商,通常使用单边拍卖机制建立一对多协商模型。而多对多协商是指多个 Agent 与多个 Agent 进行协商,通常使用双边拍卖机制建立多对多协商模型。一对多和多对多协商被广

泛应用于电子商务领域中(例如著名的 eBay, <http://www.ebay.com>)。本文所讨论的并发协商模型既包括一对多协商模型,也可以扩展为多对多模型。

现有众多的一对多协商模型主要是基于各种拍卖协议构建其模型的,因此存在许多限制和问题。首先,无法完成提议-反提议的交互过程,基于拍卖协议的协商过程中提议只是单边的。第二,无法处理并发的协商线程,基于拍卖协议的协商模型必须在协商之前就确定交互对象,这只适用于仅有一个卖方提供服务的情况。然而现在的电子商务领域中存在大量的由多个具有不同特性的卖方同时向一个买方提供服务的情况,并且在协商之前不能确定交互对象。第三,协商过程遵循拍卖协议,使得协商过程中只能采用单一僵硬的协商策略和协商机制,无法在不同的协商过程中根据对手的不同特性制定不同的协商策略,并且由于无法完成提议-反提议的交互过程,限制了诸如对手偏好等信息的交互,进而阻止了更为灵活的协商策略的产生。第四,现有的协商模型多使用经济学理论和博弈理论建立协商模型,虽然这些协商模型可以从理论上证明协商结果是否达到 Pareto 最优,但是它们忽视了现实世界中的不确定性。在现实世界中,参与协商的 Agent 都是自利的和理性的,协商双方都希望最大化自我效用,互相存在一定的竞争,因此 Agent 的私有信息(例如偏好、保底价、最大协商时间等等)对于对手而言是保密的;换言之,Agent 也不具有关于其对手偏好的先验知识。第五,现有的协商模型结构化程度高,不能支持复杂、灵活、结构化程度不高的协商过程。

因此,本文提出了一种基于相似度方法的双边多议题多 Agent 并发协商策略,它利用 P. Faratin 等人提出的相似度方法来计算协商过程中应该对对手使用何种策略。例如,对于

^{*}) 本文的研究工作得到信产局智能软件及示范研究项目的支持。

相似度高的对手使用让步策略,而对于相似度低的对手使用强硬策略等等。

本文的后面部分是这样安排的:第2部分介绍相关工作;第3部分介绍相似度方法;第4部分具体介绍基于相似度方法的并发协商策略;第5部分评价该策略;最后部分是结论和未来的工作。

2 相关工作

I. Rahwan, R. Kowalczyk 和 H. H. Pham 等人提出了一对多协商模型框架和一些协商策略,他们提出的一对多协商模型实质就是并发协商模型,该模型由多个子协商单元构成,每个子协商单元又由一个协调 Agent 和多个子买方 Agent 构成,这些子买方 Agent 是由协调 Agent 创建的,其数量与参与协商的卖方 Agent 的数量相同,一个子协商单元中的所有子买方 Agent 地位等同,其偏好和约束也相同,但可以对不同的卖方 Agent 使用不同的协商策略,从而由协调 Agent 确定最终和哪个卖家 Agent 进行交易,因此在该模型中协调 Agent 最为重要。除了提出协商模型框架外,I. Rahwan 等人还提出了一些有用的协商策略,例如针对子买方 Agent 的有接受或放弃固定提议,当面对满意度相同的多个提议时不让步,进行固定的让步等等策略;而针对协调 Agent 的有以时间为约束条件的绝望策略,以找到最满意的提议为目的耐心策略和具有学习能力的操纵协商策略的策略等等。I. Rahwan 等人提出的模型具有可重用性、定制程度高、异构程度高和鲁棒性好等优点。但是该模型提出的协商机制和协商策略比较僵硬,并且没有提出在协商中如何选择和怎样使用这些协商策略,这是该模型不能应用于现实环境中的最大障碍。

T. D. Nguyen 和 N. R. Jennings 等人第一次提出了并发协商的概念,并提出了相应的协商模型和协商策略。他们的并发协商模型将协商双方分别称为买方和卖方,双方的协商是在竞争、信息不完全和不确定,同时存在最大协商时间的情况下进行的,买方可以同时和多个卖方进行提议,运用不同的策略,从中选择最佳的交易方案。为了运用不同的协商策略,他们的模型将卖方分为强硬类型和让步类型,然后分别从强硬、让步和线性策略中选取合适的协商策略。该模型使用贝叶斯方法确定卖方属于哪一种类型,然后分别计算对该类型卖方使用三种策略的期望效用,最后从中选择期望效用最大的策略运用于对手。该模型克服了 I. Rahwan 等人提出的一对多协商模型的不足,但仍然存在一些问题,例如该模型无法在协商开始阶段计算卖方属于哪种类型,因此无法确定使用何种策略。而本文运用相似度方法可以在协商开始阶段计算卖方可能最接近哪种类型,从而能够选择相应的协商策略,这一改进弥补了 T. D. Nguyen 等人提出的模型中的不足之处。

3 相似度方法 (similarity criteria)

相似度方法是 P. Faratin 等人提出的^[3],用于计算权衡策略,即 Agent 通过计算相似度在一组同是 Pareto 最优的提议中选择与对手最近提议“最相似”的提议,以使达到一致的可能性最大。而本文也正是利用这一理论,一方面采用相似函数 (Similarity Function) 来计算对手的偏好类型,从而选择相应的协商策略;另一方面协商一方采用该策略后能够使得协商双方达成一致的可能性最大并且收益最大。

首先给出模糊相似关系 (a fuzzy similarity relation) 的定义,模糊相似关系是一个定义在集合 (域) D 上的二元函数 $Sim: D \times D \rightarrow [0, 1]$,它满足自反、对称和 t-norm 传递三种关

系^[3]。

相似度函数是通过标准估计函数定义的,因此给出标准估计函数的定义。标准估计函数用于确定给定元素集中有多少个元素符合标准。例如温度函数可以作为颜色的一个标准估计函数,其中越暖的颜色其温度值就越高,而越冷的颜色温度值就越低。我们用 h 表示标准估计函数,则 $h: D \rightarrow [0, 1]$ 。

下面对给定协商议题值域上的两个协商议题值的相似度进行定义。

定义 1 给定协商议题值域 D, x_i, y_i 是关于协商议题 i 的两个议题值, $x_i, y_i \in D, h$ 是关于议题 i 的一个标准估计函数, $h: D \rightarrow [0, 1]$,那么 x_i 和 y_i 的相似度为

$$Sim_i(x_i, y_i) = h(x_i) \leftrightarrow h(y_i) = 1 - |h(x_i) - h(y_i)|$$

下面对议题集合上的两个提议的相似度进行定义。

定义 2 x 和 y 是给定议题集合 I 上的两个提议,那么 x 和 y 的相似度定义为

$$Sim(x, y) = \sum_{i \in I} w_i \cdot Sim_i(x_i, y_i)$$

其中, w_i 是对协商对手关于议题 i 的权值的预测,并且 $\sum_{i \in I} w_i = 1$ 。

4 并发协商策略

在本并发协商模型中,需要购买服务的一方被称为买方 Agent,而出售服务的一方被称为卖方 Agent。本模型实现的是一对多形式的并发协商,亦即是一个买方 Agent 和多个卖方 Agent 同时进行协商。买方 Agent 由一个协调 Agent 和多个子买方 Agent 组成。子买方 Agent 由协调 Agent 创建,每个子买方 Agent 负责与其中的某一个卖方 Agent 进行协商,将每一轮的协商结果传送给协调 Agent,再由协调 Agent 确定最终与哪个卖方 Agent 进行交易。一个子买方 Agent 与一个卖方 Agent 进行一次协商的完整过程称为一个子协商。买方 Agent 具有一个最大协商时间 T_b ,子买方 Agent 和卖方 Agent 进行协商以及协调 Agent 确定交易对象都必须在 T_b 内完成,而协调 Agent 也可以给每个子买方 Agent 规定相应的最大协商时间 T_{s_i} 。类似地,每个卖方 Agent 也具有各自的最大协商时间 T_{s_i} 。而买方 Agent 和卖方 Agent 都具有自己的偏好,并且这些信息都是私有的。每个 Agent 都有自己的策略,特别地,买方 Agent 在协商过程中可以对不同的卖方 Agent 采用不同的策略。本文的协商模型如图 1 所示。

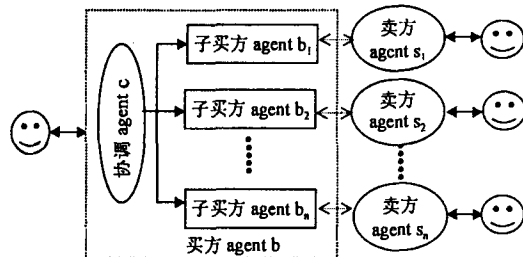


图 1 系统结构

由于协商双方要求结果是双赢的,亦即是协商双方的关系是对称的,因此本文只针对买方 Agent 进行建模,所建模型也容易扩展为针对卖方 Agent 的模型以及多对多的并发协商模型。如上所述,可以将本文的并发协商模型定义如下。

定义 3 将本并发协商模型定义为八元模型 $\{A, I, X, T, SIM, AT, ST, AC\}$ 。

其中, $A = \{a | a \in \{c, b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n, s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_n\}, 0 < j \leq n, n > 0\}$ 表示参与协商的 Agent 集合, c 表示协调 A-

gent, b_1, b_2, \dots, b_n 表示 n 个子买方 Agent, s_1, s_2, \dots, s_n 表示 n 个相互独立的卖方 Agent;

$I = \{i_1, i_2, \dots, i_n, n > 0\}$, 表示协商议题集合;

$X = \{x_i | i \in I\}$, 表示协商议题集合 I 的可能取值集合, 那么 $x^{bj}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 表示 b_j 所做的一个提议, 也可表示为 x^{bj} , 同理 x^{sj} 表示 s_j 所做的一个提议;

T 表示协商时间, T_b 表示买方的最大协商时间, T_{sj} 表示卖方 s_j 的最大协商时间;

SIM 表示相似度函数;

$AT = \{at_i, at_h, at_c\}$, 表示 Agent 的协商类型, 其中 a_i 表示非亲我类型, a_h 表示过渡类型, a_c 表示亲我类型;

$ST = \{s_i, s_l, s_c\}$, 表示 Agent 采用的协商策略, 其中 s_i 表示强硬策略, s_l 表示线性策略, s_c 表示让步策略;

$AC = \{\text{proposal, re-proposal, send, accept, refuse, confirm, terminate, deal}\}$ 表示参与协商的 Agent 的原子行为集合, 其中 proposal 表示向对手做一个提议, re-proposal, 表示拒绝对手提议而做出一个新提议, send 表示协商一方将信息传送给另一方, accept 表示接受对手的提议, refuse 拒绝先前接受的提议, confirm 表示确定某一对手的提议并和它进行交易, terminate 表示某方中止协商, deal 表示双方进行交易。

这里需要特别说明的是本协商模型中的“accept”并不意味着真正地接受该提议, 而只是暂时接受, 等待协调 Agent 最终做出选择, 并不需要立即去执行由该提议构成的合同; 而本模型中的“accept”和“confirm”的联系在于: 在买方 Agent 的最大协商时间 T_b 内, 买方 Agent 可以“接受”多个卖方 Agent 的提议, 但是协调 Agent 必须在 T_b 内最终“确定”某个唯一的卖方 Agent 并和它进行交易。

本模型最核心的部分是协调 Agent 以及它所采取的协商策略。根据协调过程中卖方采取的策略, 我们将卖方分为非亲我类型 a_i 、过渡类型 a_h 和亲我类型 a_c , 买方 Agent 根据卖方的类型可以采取以下三种基本策略: 强硬策略 s_i 、线性策略 s_l 和让步策略 s_c 。亦即买方协调者 c 给定几个阈值 θ_1, θ_2 , $0 < \theta_1 < \theta_2 < 1$ 。当 $0 \leq \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq \theta_1$ 时, 则判断对方属于非亲我类型 a_i , 那么买方采取强硬策略 s_i , 就很有可能使得对方做出让步, 使自己得到更多的机会; 当 $\theta_2 < \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq \theta_1$ 时, 则判断卖方属于过渡类型 a_h , 那么买方就采取线性策略 s_l ; 当 $\theta_2 < \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq 1$ 时, 则判断卖方属于亲我类型 a_c , 那么买方采取让步策略 s_c , 就使得双方达到一致的可能性最大。在协商中, 我们作出以下规定: 当卖方接受买方的提议时, 规定卖方的提议等于买方的提议, 此时两者提议的相似度就等于 1; 当卖方拒绝买方的提议时, 规定卖方的提议值为 null, 此时两者提议的相似度等于 0。在本协商模型中, 一个典型的协商流程的算法描述如下:

1. Negotiation start.
2. REPEAT
3. b_1, b_2, \dots, b_n present proposal; b_1 . proposal, b_2 . proposal, \dots, b_n . proposal.
4. FOR $j=1$ to n
5. {IF $t < T_{sj}$ THEN
6. send(b_j . proposal) to c ;
7. send(s_j . proposal) to c ;
8. send(s_j . action) to c ;
9. ELSE
10. terminate (b_j, s_j);
11. END IF;}
12. c Decision;
13. IF s_j . action = “accept” THEN $x^{bj} = x^{sj}$;
14. IF s_j . action = “refuse” THEN $x^{sj} = \text{null}$;
15. $\text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) = \sum_{i \in I} w_i \cdot \text{Sim}_i(x^{bj}, x^{sj}) = \sum_{i \in I} w_i \cdot (1 - |h(x^{bj}) - h(x^{sj})|)$;
16. IF $0 \leq \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq \theta_1$ THEN

17. s_j . AT: = a_i ; //非亲我类型
18. b_j . ST: = s_i ; //强硬策略
19. END IF;
20. IF $\theta_1 < \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq \theta_2$ THEN
21. s_j . AT: = a_h ; //过渡类型
22. b_j . ST: = s_l ; //线性策略
23. END IF;
24. IF $\theta_2 < \text{Sim}(x^{bj}, x^{sj}) \leq 1$ THEN
25. s_j . AT: = a_c ; //亲我类型
26. b_j . ST: = s_c ; //让步策略
27. END IF;
28. send(b_j . ST) to b_j ;
29. UNTIL $t \geq T_b$ OR c . action = “confirm” END REPEAT;
30. IF $t \geq T_b$ THEN terminate (b, s);
31. IF c . action = “confirm” THEN deal;
32. Negotiation end.

我们使用一个求租者和多个租房者进行并发协商的例子来进一步说明本文的并发协商策略。根据本文的协商模型, 求租者就是买方, 设为 b , 租房者就是卖方, 假设同时与 b 进行并发协商的卖方数为 5 个, 设为 s_1, s_2, \dots, s_5 。于是 b 分成 b_1, b_2, \dots, b_5 分别与 s_1, s_2, \dots, s_5 进行子协商。协商议题设为 4 个, 分别为租房距离 distance、租金 price、租房期限 period 和面积 area。假设求租者即买方 b 是学生, 那么买方 b 关于这些议题的值域分别为:

$$\begin{aligned} D_{\text{distance}} &= [0 \text{minutes}, 60 \text{minutes}], \\ D_{\text{price}} &= [0 \text{yuan}, 500 \text{yuan}], \\ D_{\text{period}} &= [3 \text{months}, 12 \text{months}], \\ D_{\text{area}} &= [30 \text{m}^2, 60 \text{m}^2]. \end{aligned}$$

因为距离 distance 和面积 area 两个议题对于买卖双方而言是不可改变的, 所以只要在买方 b 的值域内就认为双方在该议题上的相似度为 1。

下面构建上述议题的相似度函数:

$$\begin{aligned} h_{\text{dis tan } \alpha}(x) &= \begin{cases} 1 - \frac{x}{60}, & x \in [0, 60], \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\ h_{\text{price}}(x) &= \begin{cases} 1 - \frac{x}{500}, & x \in [0, 500], \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\ h_{\text{period}}(x) &= \begin{cases} 1 - \frac{x}{12}, & x \in [0, 12], \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\ h_{\text{area}}(x) &= \begin{cases} 1 - \frac{x}{60}, & x \in [0, 60] \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \end{aligned}$$

最后根据实际情况和经验设 $w_{\text{distance}} = 0.2, w_{\text{price}} = 0.4, w_{\text{period}} = 0.3, w_{\text{area}} = 0.1, \theta_1 = 0.5, \theta_2 = 0.8$ 。

表 1 列出的是 $b_1, b_2, \dots, b_5, s_1, s_2, \dots, s_5$ 在某一轮协商中的提议和反提议。

表 1 协商双方的提议数据

proposal	distance	price	period	area
issue				
x^{b1}	35	500	6	60
x^{s1}	35	700	12	70
x^{b2}	60	200	6	40
x^{s2}	90	400	12	40
x^{b3}	40	400	12	45
x^{s3}	40	500	18	45
x^{b4}	60	500	6	60
x^{s4}	60	800	12	80
x^{b5}	40	450	6	50
x^{s5}	40	500	12	50

那么,

$$\text{Sim}(x^{b1}, x^{s1}) = 0.2 \cdot \text{Sim}_{\text{distance}}(35, 35) + 0.4 \cdot \text{Sim}_{\text{price}}$$

$$(500,700) + 0.3 \cdot Sim_{period}(6,12) + 0.1 \cdot Sim_{area}(60,70) = 0.2 \cdot 1 + 0.4 \cdot 0.75 + 0.3 \cdot 0.75 + 0.1 \cdot 0 = 0.725$$

$$Sim(x^{b2}, x^{s2}) = 0.2 \cdot Sim_{distance}(60,90) + 0.4 \cdot Sim_{price}(200,400) + 0.3 \cdot Sim_{period}(6,12) + 0.1 \cdot Sim_{area}(40,40) = 0.2 \cdot 0 + 0.4 \cdot 0.6 + 0.2 \cdot 0.75 + 0.1 \cdot 1 = 0.49$$

$$Sim(x^{b3}, x^{s3}) = 0.2 \cdot Sim_{distance}(40,40) + 0.4 \cdot Sim_{price}(400,500) + 0.3 \cdot Sim_{period}(12,18) + 0.1 \cdot Sim_{area}(45,45) = 0.2 \cdot 1 + 0.4 \cdot 0.8 + 0.3 \cdot 0 + 0.1 \cdot 1 = 0.62$$

$$Sim(x^{b4}, x^{s4}) = 0.2 \cdot Sim_{distance}(60,60) + 0.4 \cdot Sim_{price}(500,800) + 0.3 \cdot Sim_{period}(6,12) + 0.1 \cdot Sim_{area}(60,80) = 0.2 \cdot 1 + 0.4 \cdot 0 + 0.3 \cdot 0.75 + 0.1 \cdot 0 = 0.425$$

$$Sim(x^{b5}, x^{s5}) = 0.2 \cdot Sim_{distance}(40,40) + 0.4 \cdot Sim_{price}(450,500) + 0.3 \cdot Sim_{period}(6,12) + 0.1 \cdot Sim_{area}(50,50) = 0.2 \cdot 1 + 0.4 \cdot 0.9 + 0.3 \cdot 0.75 + 0.1 \cdot 1 = 0.885$$

因为 $\theta_1 < Sim(x^{b1}, x^{s1}) \leq \theta_2$, 所以判断 s_1 属于过渡类型, 因此 b_1 在下一轮协商中可以使用线性策略;

因为 $0 < Sim(x^{b2}, x^{s2}) \leq \theta_1$, 所以判断 s_2 属于非亲我类型, 因此 b_2 在下一轮协商中可以使用强硬策略;

因为 $\theta_1 < Sim(x^{b3}, x^{s3}) \leq \theta_2$, 所以判断 s_3 属于过渡类型, 因此 b_3 在下一轮协商中可以使用线性策略;

因为 $0 < Sim(x^{b4}, x^{s4}) \leq \theta_1$, 所以判断 s_4 属于非亲我类型, 因此 b_4 在下一轮协商中可以使用强硬策略;

因为 $\theta_2 < Sim(x^{b5}, x^{s5}) \leq 1$, 所以判断 s_5 属于亲我类型, 因此 b_5 在下一轮协商中可以使用让步策略。

5 实验分析

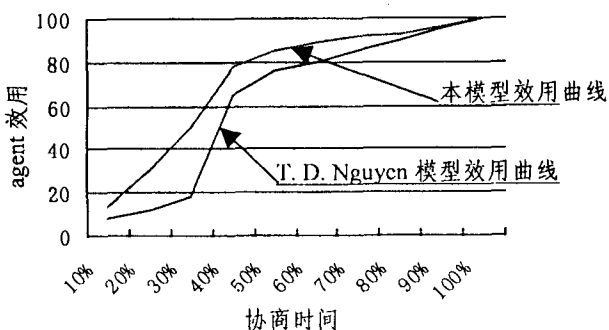
为了说明本策略的实用性, 以及在某些方面优于 T. D. Nguyen 等人的模型, 我在后者模型的基础上设计了本协商模型的原型系统。为了便于比较, 我的实验环境与 T. D. Nguyen 的实验环境基本一致, 具体如下述。

实验中参与协商的 Agent 个数在 5 个与 30 个之间, 所涉及的协商议题数在 1 个到 8 个之间, 协商双方的最大协商时间设为 5 个单位时间到 30 个单位时间之间。同样, 本原型系统也是从协商达到一致所花的时间、交换提议的数目、协商效用等相关的性能参数对本模型进行评价。

从我们的实验数据分析可得:

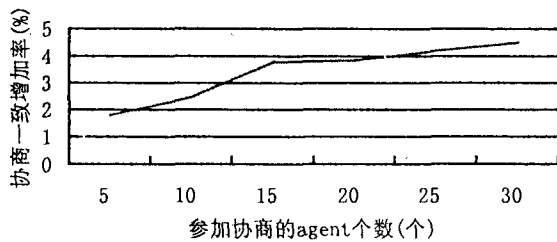
1、如表 2 所示, 在同一协商时间段, 本模型的协商效用明显高于 T. D. Nguyen 的模型, 并且正是因为本模型运用了相似度方法使得在协商开始阶段就可以计算出卖方可能最接近哪种类型, 从而选择相应的协商策略, 使得协商效用在开始阶段就迅速增长, 在表 1 中协商进行的前 30% 的时间中就可以观察到本模型的协商效用的增长率远远大于 T. D. Nguyen 的模型。

表 2 协商效用比较



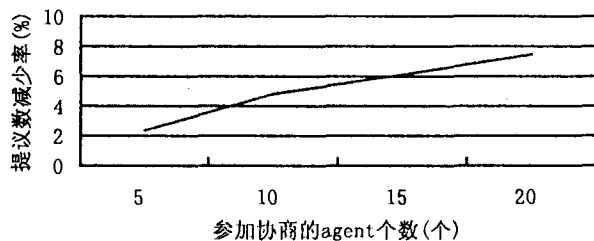
2、如表 3 所示, 本模型达到一致的协商几率与 T. D. Nguyen 的模型相比有所增大。

表 3 协商一致率比较



3、如表 4 所示, 本模型在协商过程中交换的提议数比 T. D. Nguyen 的模型减少, 从而也缩短了协商时间, 并且可以观察到参加协商的 Agent 数越多, 效果就越明显。

表 4 提议数减少率比较



结论和未来的工作 本文发展和评价了一种基于相似度方法的双边多议题多 Agent 并发协商策略, 它利用 P. Faratin 等人提出的相似度理论为协商过程中提供了一种做决策的可计算方法。本文运用相似度方法可以在协商开始阶段计算出卖方可能最接近哪种类型, 从而能够选择相应的协商策略, 这一改进弥补了 T. D. Nguyen 等人提出的模型中的不足之处, 能够更加有效地与对手进行交易, 并且使得达到一致的可能性也最大, 从而获得更好的效用。

然而, 仍然有许多研究工作要做。未来的工作有: 需要建立更加形式化的模型; 在协商过程中可以探索使用学习算法和技术对为判断对手的类型而引入的相似度阈值 θ_1, θ_2 加以学习; 将 T. D. Nguyen 等人的方法与本文方法相结合。这样可以提高协商模型的性能和准确性, 从而提高协商结果的效用。

参考文献

- 1 Nguyen T D, Jennings N R. A Heuristic Model for Concurrent Bi-lateral Negotiations in Incomplete Information Settings. In: Proc. 18th Int. Joint Conf. on AI, Mexico, 2003
- 2 Rahwan I, Kowalczyk R, Pham H H. Intelligent Agents for Automated One-to-Many e-Commerce Negotiation. In: Twenty-Fifth Australian Computer Science Conf. (ACSC2002), Australian, 2002, 4:197~204
- 3 Faratin P, Sierra C, Jennings N R. Using Similarity Criteria to Make Issue Tradeoffs in Automated Negotiations. Artificial Intelligence, 2002, 142(2):205~237
- 4 Lomuscio A R, Wooldridge M, Jennings N R. A Classification Scheme for Negotiation in Electronic Commerce. Int Journal of Group Decision and Negotiation, 2003, 12(1):31~56
- 5 Coehoorn R M, Jennings N R. Learning an Opponent's Preferences to Make Effective MultiIssue Negotiation TradeOffs. In: Proc. 6th Intl. Conf. on E-Commerce, Delft, The Netherlands, 2004. 59~58
- 6 Mariga J R, Managing E-Commerce and Mobile Computing Technologies. IRM Press, USA, 2003.
- 7 Kraus S. Strategic Negotiation in Multiagent Environments. The MIT Press, Cambridge, MA, 2001