

基于多 Agent 信任机制的电子商务谈判系统研究

曹慕昆,戴晓沛,杨兴焱,王爱姣

(厦门大学 管理学院,福建 厦门 361000)

摘要 为了弥补自动谈判中谈判对象的选择方面的不足,引入了电子商务中的信任评估机制。首先,拓展了信任的信息来源,增加了提供者会向消费者提供其周围竞争者的交互记录这一新信息来源;其次,引入了消费者个性特征,使其更符合开放式的多 Agent 系统环境;最后,把信任机制引入到谈判系统中。通过实验仿真表明,基于信任机制的谈判比无信任机制的谈判有更好的效果。

关键词 自动谈判,信任,多 Agent

中图分类号 TP181

1 引言

谈判对电子商务交易成功与否起着极其重要的作用,传统的电子商务利用网络的便捷性使商家接触更多的顾客,并通过网页充分地展示其提供的商品和服务,但是当消费者搜索到商品,进行比较后无法做出购买决定时,就需要进入谈判系统与商家进行沟通,最终帮助消费者满足需求,达成交易。但现在网络上已有的谈判技术并不能很好地满足消费者的需求。现有的人工谈判不仅成本高,不能全天 24 小时服务消费者,而且谈判人还会受到自身条件的限制,如无法及时获得足够的谈判信息,有时一个人不能处理大量的并发事件等,所以不能满足电子市场对更高效率和更低成本的需求^[1]。因而,电子商务需要引入先进的谈判技术,而 Agent 技术的特点是能满足此类需求的。同时,根据特定准则设计的 Agent 将会比人更加理性,可以更加智能地处理谈判问题,进而提高谈判的效率和效果。

另外现有的自动谈判系统并不能很好地支持电子商务^[2]。比如现在的谈判研究一般都默认了双方的谈判参与人员,跳过了确定谈判参与人员这个谈判前的准备阶段^[3-7],而做好这个阶段的工作其实能够很好地提高谈判效率。而且在电子商务环境中,消费者总是面对着众多的提供者,如何选择好的、适合自己的提供者进行谈判是十分重要的^[8]。而电子商务中信任领域的研究刚好用于解决这方面的问题。比如网络中介平台建立的集中式信誉系统,通过集结消费者的交易反馈来评定卖家信誉。把信任机制和自动谈判相结合,既能提高谈判效率,优化社会交易的价值,避免不必要的资源浪费,又能带动交易氛围往更优的方向发展。

现在,虽然很多信任机制在电子商务、P2P 网络、网格计算、医疗咨询等领域已有应用^[9-11],但在电子商务的分布式信任系统中仍然存在很多问题,比如信任信息的来源过少,难以拓展;信息的集结方式不够精确^[12];没有消费者的类型引入等。本文通过对当前大多数学者认可的 FIRE 模型进行分析,取其优点,如丰富的信任来源即 FIRE 模型中四种具体的信任和信誉;也提出其模型和环境中的不足,如该模型中评价 Agent 在给目标 Agent 的服务做出评价时,采用的标准是相同的,只要考察的服务相同,最后 Agent 就会给出一致的评分,这是不符合实际情况的,等等,在这种情况下,提出更适应 MAS 环境的模型。最后把改进后的信任模型引入谈判系统,验证其能否提高谈判效果。

2 相关研究工作

在 MAS 中,对信任的定义有很多,本文采用如下定义:信任是一个 Agent 持有的一种信念,这种信念是另一方 Agent 的承诺,承诺自己能否完成某一特定的任务。因此这种信念是由 Agent 是否相信所收到的响应而产生,进而决定它将与谁进行交互^[13]。

目前,各种类型的计算系统越来越朝着大规模化、开放性以及动态结构发展,在这样的背景下,许多信任模型以分布式的形式设计,在这样的模型中,Agent 可以自行地对信任进行评估。而对信任信誉进行评估已经广泛地用于电子商务等日常生活之中^[14],信任信誉模型的研究得到了越来越多学者的重视,Sun P 和 Ku C 对已经存在的信任信誉模型进行了一个综述分析,分析了它们存在的不足和劣势^[15]。最早被学术界所接受的分布式信任模型是 Beth 信任度评估模型^[16],而 Jurca 和 Faltings^[17]引入了一个信任机制,使得 Agent 通过某些激励能真实地报告它们的交互结果。Regret^[18,19]模型中,信任评估的过程完全地分布式了。FIRE 模型是比较经典的一种多 Agent 分布式模型,是由 Huynh 和 Jennings^[20-22]等人提出的,它包括了消费者和提供者两类 Agent,并且综合考虑了现实生活情况,较以往的研究而言,更加丰富了信任来源,将信任分为了以下四类:基于直接经验的信任(interaction trust, IT)、证人信誉(witness trust, WT)、基于角色规则的信任(role-based trust, RT)、由目标主体自身提供的第三方评价参考(certified trust, CT)等。但是,在在线社交网络中,诸如买卖双方的交互中,存在太多的不确定性,这些不确定性不是单一的 IT、WT、RT、CT 信任模型所能解决的。Fire 模型后,信任模型在信息来源方面的创新就一直止步不前,本文提出了一种新的信息来源 MU,即提供者会向消费者提供其他提供者的交互记录,进而,模型的准确度得到提高。在信任模型中,如何利用熟人信息找到合适的服务提供者也是研究的热点,Gurdeep Singh Ransi 和 Ziad Kobti 在他们的模型中提出了一个多重的包含 IT 和 WT 的信誉模型,进而帮助顾客选择更有信誉的服务提供者,并且利用信任模型计算出服务提供者的信任值^[23]。在供应链应用中,也有学者基于信任信誉模型提出了多属性的决策模型,这一信任信誉模型能过滤掉撒谎者提出的不属实信息,进而帮助顾客做出正确的决策^[24]。随着电子商务的发展,面向电子商务的自动谈判系统逐渐成熟,针对自动谈判的研究主要集中于自动谈判策略或自动谈判模型的相关研究: Kraus S. 设计的模型中,谈判主体是多个 Agent,该模型给出了谈判 Agent、谈判主体以及谈判过程的形式化定义,使得该模型具有广泛的应用范围^[25]。Sandholm 提出的基于承诺的谈判模型,该模型在 Kraus S. 模型的基础上进行了扩展,研究主体由双方谈判发展为一对多的谈判情况^[26]。Raiffa 提出的多属性谈判模型中,不但针对所有单个的属性设置了取值空间,还根据实际情况对每个属性赋予了相应的权重^[27]。Faratin 和 Jennings 加入了之前未能考虑到的时间和资源因素^[3]。不少学者将智能学习理论融入到了 MAS 协商中,有学者提出了一种基于 Bayesian 学习的 MAS 谈判模型^[28]。但是,在以往的谈判研究中,由于信任评估机制的缺乏,存在一个共同的缺陷,即谈判前的准备不足,导致谈判的效率低下,因而,本文将信任信誉机制引入自动谈判之中,利用信任信誉机制首先选择谈判对象,再通过谈判进一步选择交易对象。就此,本文突破了传统谈判只注重策略选择,而忽视事前谈判对象的筛选评价这一不足,进而最大化服务于顾客,促进电子商务的发展。

3 信任模型的建立

3.1 信任信息来源

在本文中,Agent 包括消费者 Agent a 和提供者 Agent b 。与目标 Agent b 有过交互的第三方

Agent 称为 a 的熟人。本文是基于 FIRE 模型对信任模型进行改进。FIRE 模型中信息主要来源于 4 个方面：

(1) 直接经验的信任(interaction trust, IT)：消费者利用其以前与提供者交互时产生的评价,来计算对提供者的信任值 T_{IT} 。当 a 要计算 b 的直接信任 T_{IT} 的值时,从本地数据库收集相关记录,对每条记录赋予相应的权重,得出信任值 T_{IT} 。计算公式如(1)所示：

$$T_{IT} = \frac{\sum_{r_i \in R_{IT}} \omega_{IT}(r_i) v_i}{\sum_{r_i \in R_{IT}} \omega_{IT}(r_i)} \quad (1)$$

r_i ：表示交互记录； v_i ：表示对交互记录 r_i 的评分； $\omega_{IT}(r_i)$ ：表示交互记录 r_i 的权重,是一个和时间有关的函数,越早的交互记录,其权重越小,代表旧的信息的利用价值较低。 $R_{IT}(a, b)$ ：表示在本地数据库中收集到的和 b 有关的交互记录的集合。权重 $\omega_{IT}(r_i)$ 由(2)式给出：

$$\omega_{IT}(r_i) = e^{-\frac{\Delta t}{\lambda}} \quad (2)$$

Δt ：表示当前时间与该条交互记录时间的差值； λ ：是一个常数, λ 越大,同样的时间差,得出的权重也越大。与 FIRE 模型相同,本文也假定 5 个时间单位前的交互记录的权重为 0.5,所以 $\lambda = -\frac{5}{\ln 0.5}$ 。可以看出,交互时间新的记录的加权系数大,这样就可以较准确地反映提供者当前的服务质量。

(2) 证人信誉(witness reputation, WR)：当消费者 a 在评价提供者 b 的信誉时,还会通过自己的熟人寻找与 b 交互过的证人,如果一级熟人没有与 b 交互过,将会询问二级熟人,即熟人的熟人。由于资源的有限,我们限定最多只能向周围的两个熟人询问,传递长度为 5。收集熟人关于 b 的交互记录后,放入集合 $R_{WR}(a, b)$ 中,类似直接经验的信任(IT)计算方法,对每条记录赋予相应的权重,继而,收集熟人关于 b 的交互记录后,可以利用(3)式来计算证人信誉 T_{WR} ：

$$T_{WR} = \frac{\sum_{r_i \in R_{WR}} \omega_{WR}(r_i) v_i}{\sum_{r_i \in R_{WR}} \omega_{WR}(r_i)} \quad (3)$$

(3) 基于角色规则信任(role-based trust, RT)：这里的规则也就是一种关系。比如两个 Agent 同属于一个组织,或者像是现实中母子公司的关系等。由于这部分信任依赖于具体的实际情况,同 FIRE 模型,不在本文考虑范围之内。

(4) 第三方自我评价信誉(certified reputation, CR)：Agent b 向 Agent a 提供其以前的交互评价。这些交互评价来源于 Agent b 之前的交互者对其的评分。比如,对于 Agent a 与 b 之间的交互,在每次交互完成后, a 对 b 做出评价,存储在本地 IT 数据库,并传给 b , b 将最高评分记录存储于其数据库。当 a 对 b 进行信任评估时,向 b 发出请求, b 向 a 返回评分记录集合 $R_C(a, b)$, a 对集合中每条记录赋予相应权重,进而,计算出对 b 的信任值。其计算公式如下：

$$T_{CR} = \frac{\sum_{r_i \in R_{CR}} \omega_{CR}(r_i) v_i}{\sum_{r_i \in R_{CR}} \omega_{CR}(r_i)} \quad (4)$$

但是,当 a 在获取这一信息时,Agent b 由于自利性,往往只会提供评分高的交互记录,因而这一信息可信度低,Agent a 无法赋予其更高的权重,更好地去利用它。然而第三方自我评价的信息获取

方便、快速,并且被 Huynh 等人提出的 FIRE 模型^[22]证明能有效提高模型的准确性,能帮助 Agenta 选出性能优秀的 Agent b。这一重要来源对信任研究作出了重要贡献。

以上四种信任信息来源在大多数的信任信誉模型中都被借鉴,但是自从 FIRE 模型提出第三方自我评价信誉这一来源后,信息来源就难以拓展,然而有一类信息来源是生活中被我们所忽视的一个现实,比如:当人们选择饭店吃饭时,若去收集 A 店信息,A 店不仅会提供自己好的交互评价,还会告之其竞争对手 B 店的差的交互评价。同样 B 店也会这样做。因此可以从 B 店那里收集到 A 店不好的评价。有了这方面信息,就可以知道更加完整的 A 店的信息,不止是好的交易记录,也有坏的交易记录。因而这一新来源将有利于完善第三方信息,并能提高模型的精确度,提高 Agent a 最终获得的效用。同时也弥补了自 FIRE 模型提出第三方自我评价信誉的来源后,信息来源就难以拓展的难题。因而,以下第三方互评信息的提出就是本文的主要贡献之一。

(5) 第三方互评信誉(mutual certified reputation, MC): 当 Agent a 评估 Agent b 的信任值时,向 b 的竞争对手询问 b 的交互评分记录, Agent b 的竞争对手搜索各自的数据库,向 Agent a 提供 b 的交互评价,所有记录构成 b 的评分记录集合 $R_{MU}(a, b)$, a 根据这些信息,对集合中每条记录赋予相应权重,计算出 b 的第三方互评信誉。

$$T_{MU} = \frac{\sum_{r_i \in R_{MU}} \omega_{MU}(r_i) v_i}{\sum_{r_i \in R_{MU}} \omega_{MU}(r_i)} \quad (5)$$

综合信任评分 T 计算为综合以上 4 个消息来源得出,由式(6)定义:

$$T = \frac{\sum_{K \in \{T, W, C, M\}} W_K T_K}{\sum_{K \in \{T, W, C, M\}} W_K} \quad (6)$$

其中 W_K 即 W_I, W_w, W_C, W_M 反映的是 IT, WR, CR, MU 这 4 个部件各自的重要性。这些权重通常根据实际情况设定的。

3.2 消费者类型

FIRE 模型认为消费者 Agent 给提供者 Agent 的服务评分时,对于同样的服务,任意消费者打出的评分都是一样的。然而其中并没有考虑到消费者在处理同一服务时的个性差异。如现实生活中,人们在买东西时,同样的质量,不同的消费者会给出不同的评价。所以可以认为消费者评分函数和两部分有关:

(1) 基础分 BS(base score): 指的是只和提供者提供的服务质量有关,即如果提供者提供的服务质量为 70,那么就会获得消费者给出的相应基础分 70。

(2) 期望分 ES(expect score): 是根据消费者的特质和提供者提供的服务质量评出的分;这一特质主要指消费者的期望和敏感性。因而,首先,它和期望相关:消费者期望从提供者那里获得的服务质量。如果消费者从提供者那里获得的服务质量高于自己的期望服务质量,那么消费者就会给提供者额外加分;其次,它和消费者敏感性相关:对于超出期望的服务质量,有的消费者敏感性较强,额外加分多,有的消费者敏感性较弱,额外加分少;反之亦然。

其中期望分通常应满足边际效应递减的条件。为此我们选定(7)式的 S 型函数来表示消费者给提供者打的期望分:

$$ES = \begin{cases} 100(1 - e^{-0.01(x-s)\eta}) & x > s \\ 100(e^{0.01(x-s)\eta} - 1) & x \leq s \end{cases} \quad (7)$$

s : 表示消费者期望获得的服务质量。也就是只有提供者提供这样的服务质量才不会引起消费者的不满。这里取 $s \geq 0$, 表示消费者都不希望获得对自己不利的服务。

η : 表示消费者的敏感性。其取值越大时, 表示如果提供者提供的服务质量稍高(低)于消费者的期望服务质量时, 它就会给出一个很高(低)的期望分。

不同敏感类别的消费者期望分打分情况如图 1 所示。

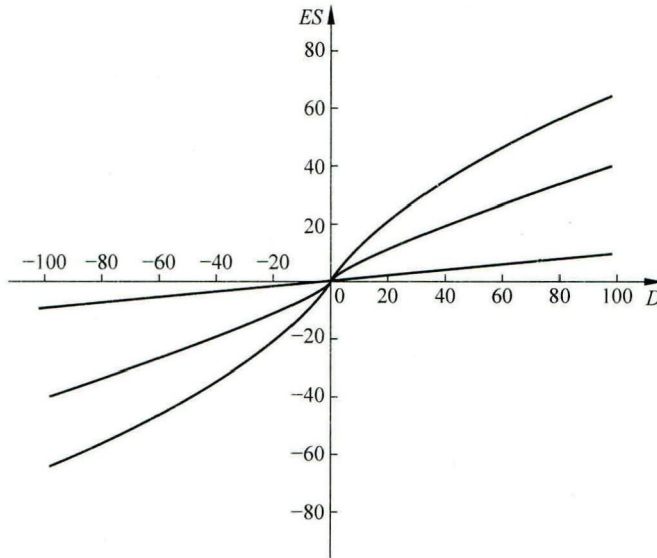


图 1 期望分与服务超出消费者期望服务质量的值之间的关系

其中横轴 D 表示超出消费者期望服务质量的值, $D = x - s$. x 为提供者提供的服务质量, s 为消费者的期望服务质量。纵轴 ES 表示消费者根据 D 打出的期望分。

消费者给提供者打分如(8)式所示:

$$v = BS + ES = \begin{cases} \frac{x}{10} + 100(1 - e^{-0.01(x-s)\eta}) & x > s \\ \frac{x}{10} + 100(e^{0.01(x-s)\eta} - 1) & x \leq s \end{cases} \quad (8)$$

4 谈判模型的建立

4.1 基于时间的策略

时间是谈判中最为关键的限制资源, 本章采取基于时间的谈判策略函数^[3]为:

$$\alpha(t) = \exp \left(1 - \frac{t_{\min}(t, t_{\max})}{t_{\max}} \right)^{\beta} \ln 0.1 \quad (9)$$

β 值的大小决定了谈判双方采取的谈判策略: 保守策略或让步策略^[26]。

由于本论文要讨论的是信任机制是否能提高谈判的效果, 为了简化, 把谈判设为单一属性, 并假设这一属性为服务质量。时间决策函数 $x(t)$ 决定每次提议的服务质量^[3], 如下所示:

$$x(t) = t_{\min} + (1 - \alpha(t))(t_{\max} - t_{\min}) \quad (10)$$

本实验服务质量的最高和最低值与提供者和消费者的自身情况有关, 消费者的 $t_{\max} = 100$, t_{\min} 为其预期服务质量 $s - 10$, 表示消费者不接受比自己预期服务质量差 10 的提供者。提供者的 t_{\max} 为其通

过自身的服务函数能产生的值, $t_{\min} = 10$ 。提供者提供的服务质量对消费者来说是越高越好, 但是对提供者来说是越低越好; 因为低质量的服务对于提供者来说比较容易提供, 成本也比较低。

4.2 基于行为的模仿策略

基于行为的模仿策略, 是通过对手前几轮的交互的比例来计算下一轮的让步。如果 Agent a 用基于行为的模仿策略, 在 t_{l+1} 的让步比例 $R^a(t_{l+1})$ 可以通过公式(11)^[4] 计算得到。

$$R^a(t_{l+1}) = \frac{x^b(t_{l-\gamma})}{x_b(t_l)} \quad \gamma \geq 1, l > \gamma \quad (11)$$

$$tx^a(t_{l+1}) = R^a(t_{l+1}) x^a(t_{l-1}) \quad (12)$$

通过公式(15), Agent a 在 $\gamma+1$ 轮前将不能用基于行为模仿的策略, 但是在开始的 γ 轮可以采用其他策略。通过基于行为模仿的策略, Agent a 在 $\gamma+1$ 轮的提议的服务质量为 $a_\gamma(b_0/b_\gamma)$, 在 $\gamma+2$ 轮提议的服务质量为 $a_\gamma[b_0 b_1 / (b_\gamma b_{\gamma+1})]$ 。因此 Agent a 在第 k 轮提议的服务质量可表示为:

$$a_k = a_\gamma(b_0 b_1 b_2 \cdots b_{k-\gamma-2} / b_\gamma b_{\gamma+1} b_{\gamma+2} \cdots b_{k-2}) k \geq \gamma + 1 \quad (13)$$

4.3 综合策略

综合策略是结合了时间策略和行为模仿策略, 使谈判的提议既考虑到时间的因素又考虑到对手的行为。公式如下:

$$x^a(t_{l+1}) = \omega(t_{\min} + (1 - \alpha(t))(t_{\max} - t_{\min})) + (1 - \omega) R^a(t_{l+1}) x^a(t_{l-1}) \quad \gamma \geq 1, l > \gamma \quad (14)$$

其中 ω 为时间策略的权重。 $1 - \omega$ 为行为模仿策略的权重。

5 实验仿真

5.1 基于信任机制的服务交易实现步骤

本研究过程主要分为两个阶段进行, 这两个阶段的流程图如图 2 所示。

5.2 实验参数的设定

谈判效果的衡量指标主要有 4 个: 谈判成交时消费者能从提供者那里得到的服务质量(quality); 谈判的成交率(rate); 谈判次数(round); 消费者最终获得的效用(ug);

环境是在边长为 80 的正方形内进行。消费者 Agent 和提供者 Agent 都有各自的感知半径 r_0 。本论文设置消费者 Agent 和提供者 Agent 的感知半径相同, 都为 5。

实验环境中我们设置了 4 种不同的提供者: 好、一般、差、不定型四类, 且假设: 好、一般和差这三种类型的服务提供者提供的服务质量服从正态分布, 其性能稳定, 这三种类型的均值 μ 的取值范围分别为 $[80, 110]$ 、 $[50, 80]$ 、 $[20, 50]$, 对应的 σ 的取值是 10、20、20; 不定型的提供者提供的服务质量在 $[20, 110]$ 上均匀分布, 其性能不稳定, 数量为 10 个。

实验环境中每个消费者都有自己的主观特征, 即有自己独特的敏感性 η 和期望的服务质量 s 。为模拟消费者的多样性, η 在 $[0.1, 1]$ 的范围内随机选取, 期望的服务质量 s 在 $30 \sim 90$ 随机选取。同时, 消费者并不是在每轮交互中都需要服务, 而是按某个概率提出服务需求。该概率用 α 表示。另外消费者 Agent 和提供者 Agent 仅能存储 H 条交互历史, 下表是实验所需变量设置情况。

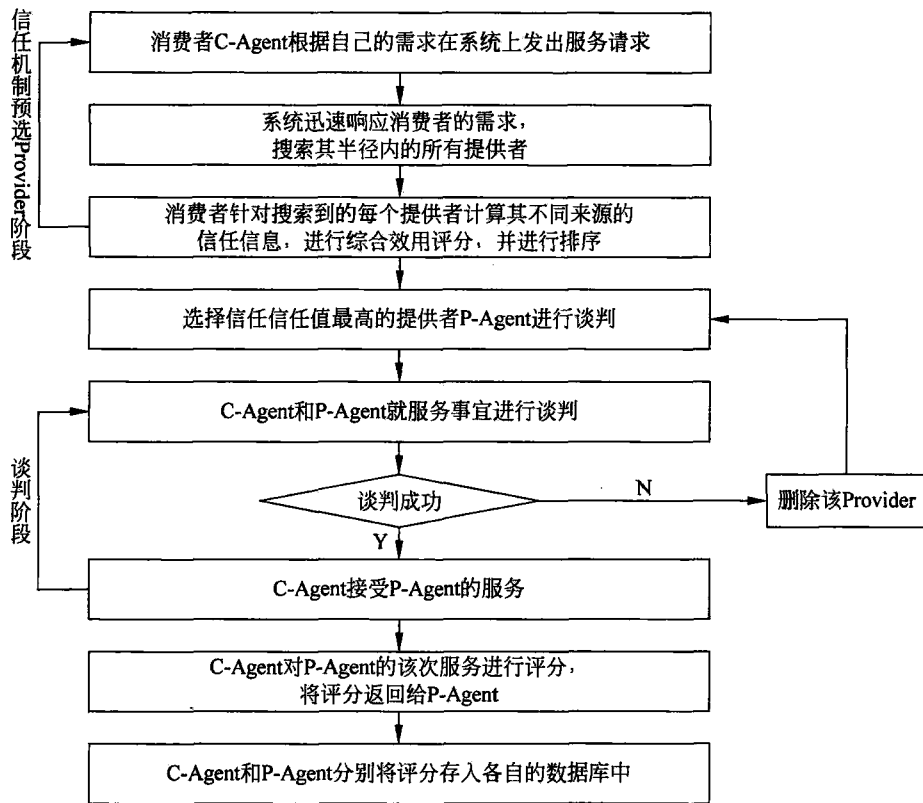


图 2 第一、第二阶段流程图

表 1 环境变量设置表

仿真变量	符 号	取 值
仿真轮数	N	100
提供者的总数	N_P	100
+ 好的提供者	N_{PG}	30
+ 一般的提供者	N_{PO}	30
+ 差的提供者	N_{PB}	30
+ 不定型提供者	N_{PI}	10
每一组中消费者的数目	N_C	500
消费者需要服务的概率	α	[0.25, 1.00]

表 2 模型变量的设置

变 量	符 号	取 值
评分记录存储大小	H1, H2	15
部件系数		
+ 直接信任	W_1	2.0
+ 证人信誉	W_w	1.0
+ 第三方自我评价	W_c	1.0
+ 第三方互评信誉	W_m	1.0
稳定性参数		
+ 直接信任	γ_1	$-\ln(0.5)$
+ 证人信誉	γ_w	$-\ln(0.5)$
+ 第三方自我评价	γ_c	$-\ln(0.5)$
+ 第三方互评信誉	γ_m	$-\ln(0.5)$

5.3 基于信任机制的谈判实验分析

实验采用 JDK1.60 和 swarm2.2, IDE 采用 eclipse3.52。由第 3 节介绍的谈判策略可知,根据 β 取值的不同,消费者与提供者都各有两种策略,以下将根据消费者和提供者 β 的不同取值进行 4 组实验。实验中基于信任机制的谈判效果用曲线——表示,无信任机制的谈判效果用曲线——表示。

实验 1: 消费者的 $\beta \in (0, 1]$ 与提供者的 $\beta \in (0, 1]$ 。

从图 3 至图 6 我们可以看到,基于信任机制的谈判能使消费者获得更好的效果。尤其是图 3,图 6 中对于消费者的两个重要指标,谈判成交时消费者将获得的提供者提供的服务质量 quality 和消费者获得效用 ug 只经过几轮仿真后就能达到好的效果。因而,将信任机制引入自动谈判,在谈判之前对谈判对象进行筛选的确是有效果的,它能让消费者在较短的时间内迅速感受到好的服务效果,并且在最终的确能获得更好的服务和更高的效用。而且从图 3 至图 6 中我们发现,基于信任机制的谈判其稳定后的值波动比无信任机制下的谈判波动小。这说明自动谈判中信任机制的引入,能让消费者最终获得更加稳定一致的服务,消费者无须对提供者提供的服务过于担心,承受较大的心理压力。

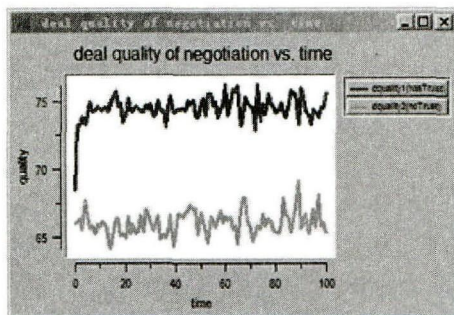


图 3 谈判成交时消费者将获得提供者提供的服务质量

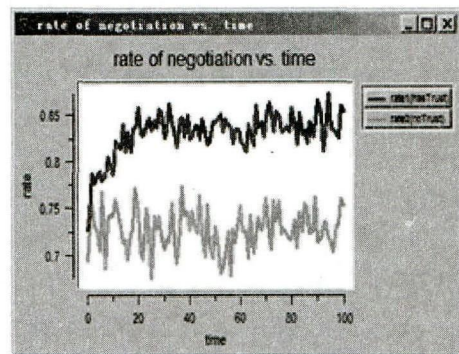


图 4 谈判成交率

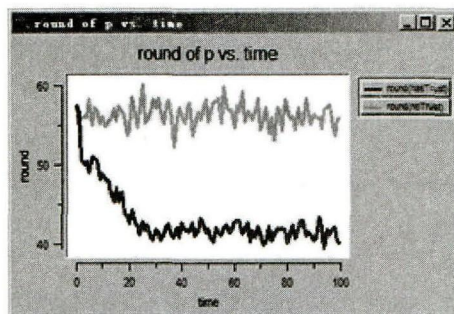


图 5 谈判平均次数

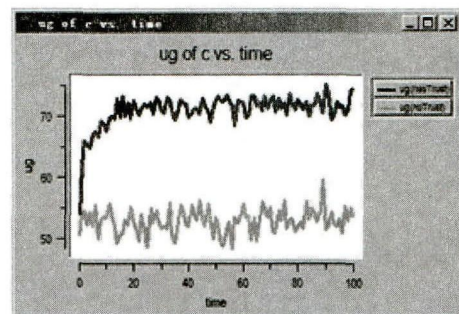


图 6 消费者从本轮交互中获得的效用值

表 3 为 100 轮仿真下的各个指标总的平均值。

表 3 谈判指标平均值对比

	quality	rate	round	ug
trust	74.48	0.83	43.19	71.00
notrust	66.10	0.73	56.36	52.97

从表中我们看出,100 轮仿真后 4 个指标在 100 轮中总的平均值,基于信任机制的谈判都优于无信任机制下的谈判,尤其是谈判成交的服务质量和消费者获得的效用的变幅较大,说明信任筛选机制的引入,最显著的影响就是服务质量以及最终效用的提高,这些都是消费者在消费过程中最关注的问题。

实验 2: 消费者的 $\beta \in (1, 50)$ 与提供者的 $\beta \in (0, 1]$ 。

从图 7 至图 10 中,我们可以看到,基于信任机制的谈判其达到稳定值的时间明显比实验 1 和实验 2 中的时间长,而且达到稳定值后波动依然很大。特别是图 7 其值不仅和无信任机制下谈判差不多,而且波动最大。这说明在此种情况下,引入信任机制,事先对谈判对象进行筛选的效果是不显著的,此时,是否需要引入信任机制进行事先筛选就值得斟酌了。

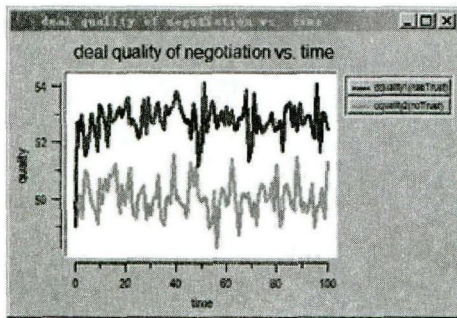


图 7 谈判成交时消费者将获得提供者提供服务质量

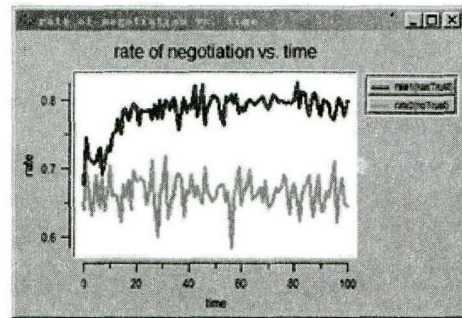


图 8 谈判成交率

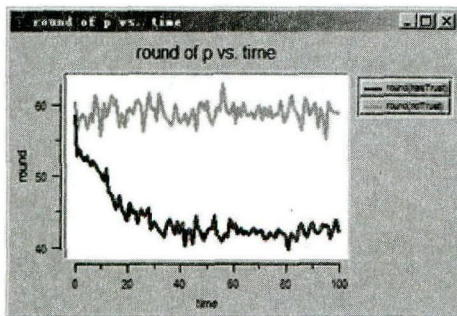


图 9 谈判平均次数

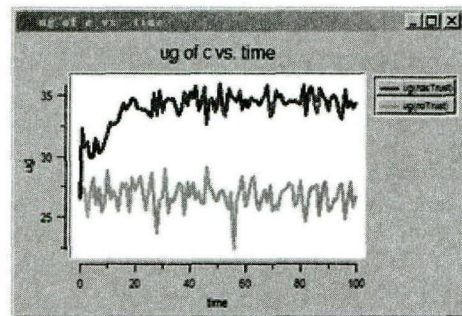


图 10 消费者从本轮交互中获得的效用值

表 4 为 100 轮仿真下的各个指标总的平均值。

表 4 谈判指标平均值对比

	quality	rate	round	ug
trust	52.77	0.78	44.08	33.96
no trust	50.04	0.67	58.90	26.74

从表中,我们可以看到,基于信任机制的指标都有所下滑,特别是 quality 和 ug。而且这两个指标的值和无信任机制下的谈判的值差不多。这说明在消费者用让步策略,提供者用保守策略的情况下,由于信任机制的引入效果甚微,甚至还会引起波动,造成消费者的不安,此时,我们需要各方面权衡,进而决定是否引入信任机制。若通过信任筛选提供者的成本较高时,我们反而可以利用无信任机制,

直接选择提供者进行谈判,其取得的效果和信任机制下的效果差不多。

实验 3: 消费者的 $\beta \in (0, 1]$ 与提供者的 $\beta \in (0, 50)$ 。实验 4: 消费者的 $\beta \in (0, 50)$ 与提供者的 $\beta \in (0, 50)$ 。其结果和实验 1 得出的效果基本相同,因而,在这两种情况下,也都应该事先引入信任机制对服务提供者进行筛选。

总之,无论消费者和提供者采取何种谈判策略,基于信任机制的谈判效果都优于无信任机制。只有在当消费者采取让步策略,提供者采用保守策略时,两者的效果才差不多,在这种情况下,可根据信任筛选的成本决定是引入信任机制预先筛选服务提供者,还是不引入信任机制,随机选择提供者进行谈判。

6 结论与展望

本文基于 FIRE 模型,在信任信息来源难以拓展的情况下,提出了新的信息来源,即提供者会向消费者提供其他提供者的交互记录 MU。这部分的信息来源弥补了 FIRE 模型中 CR 部件的缺陷,提高模型的准确度。本文同时引入了消费者个性特征,通过消费者的预期和敏感性,以及提供者提供的服务质量来给提供者评分和获取效用。当提供者提供的服务质量相同时,消费者不同,打出的评分也可能不同,这更符合开放式的 MAS 环境。最后把信任机制引入了自动谈判,弥补谈判往往只注重谈判中的策略选择,而不注重谈判前对谈判对手的筛选评价这一不足。实验仿真表明,引入信任机制的谈判能够较好地提高谈判的效果。特别是在消费者选择的是保守策略,提供者选择的是让步策略时,谈判效果提高的幅度最大。

但是本文的模型是在无欺骗的假设下进行的。即使消费者和提供者在提供信息时都是提供其真实的值,消费者在评分时也是根据提供者提供的服务质量和自己的特质进行评分,不存在恶意用户或者共谋者。然而在现实生活中,这些现象是经常发生的。所以如何使模型具有识别 Agent 欺骗行为的功能,提高模型处理问题的能力,是一个需要进一步研究的课题。开放式的 MAS 的一个很大特点是动态性,而文中很多参数都是事先设定好的。这将有很大的局限性,所以下一个研究的目标就是,使模型的参数会根据 Agent 自身的环境动态地调整。

参考文献

- [1] Neumann D, Benyoucef M, Bassil S, et al. Applying the montreal taxonomy to state of the art e-negotiation systems [J]. Group Decision and Negotiation, 2003, 12(4): 287-310.
- [2] 王海, 李一军, 侯新培. 基于 agent 的电子商务自动谈判系统研究[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 25(11): 14-19.
- [3] Faratin P, Sierra C, Jennings N R. Negotiation decision functions for autonomous agents [J]. Robotics and Autonomous Systems, 1998, 24(3): 159-182.
- [4] Lee C-F, Chang P-L. Evaluations of tactics for automated negotiations [J]. Group Decision and Negotiation, 2008, 17(6): 515-539.
- [5] Cao M. Decision making model for intelligent agent in automated negotiation [J]. JSW, 2011, 6(8): 1537-1544.
- [6] Mukun C, Kiang M Y. Bdi agent architecture for multi-strategy selection in automated negotiation [J]. J. UCS, 2012, 18(10): 1379-1404.
- [7] Ren F, Zhang M. Bilateral single-issue negotiation model considering nonlinear utility and time constraint [J]. Decision Support Systems, 2014, 60: 29-38.
- [8] 龚思雁. 基于 multi-agent 的自动谈判研究[D]. 武汉大学, 2005.
- [9] 李凯, 杨善林, 刘桂庆. 一种基于 fire 模型的 agent 联合测谎算法 [J]. 系统仿真学报, 2006, 18(6): 1612-1614.

- [10] 朱艳春,刘鲁,张巍. 在线信誉系统中的信任模型构建研究[J]. 控制与决策,2007,22(4): 413-417.
- [11] 黄巧华,黄穗. 基于多 agent 的医疗信任模型的模拟[J]. 计算机应用与软件,2011,28(5): 129-130.
- [12] 姜锦虎,李皓,袁帅. 基于多智能体系统的分布式信誉机制研究[OL]. 2013: 77-87.
- [13] Dasgupta P. Trust as a commodity[M]. Trust: Making and breaking cooperative relations,Blackwell,1988.
- [14] Adamopoulou A A, Symeonidis A L. A simulation testbed for analyzing trust and reputation mechanisms in unreliable online markets[J]. Electronic Commerce Research & Applications,2014,13(5): 368-386.
- [15] Sun P-L, Ku C-Y. Review of threats on trust and reputation models[J]. Industrial Management & Data Systems, 2014,114(3): 472-483.
- [16] Beth T, Borcharding M, Klein B. Valuation of trust in open networks[M]. Springer,1994.
- [17] Jurca R, Faltings B. Towards incentive-compatible reputation management[M]. Trust, reputation, and security: Theories and practice, Springer,2003: 138-147.
- [18] Sabater J, Sierra C. Regret: A reputation model for gregarious societies[C]. Fourth workshop on deception fraud and trust in agent societies,2001.
- [19] I Mir J S, Garcia C S. Trust and reputation for agent societies[M]. Consell Superior d'Investigacions Científiques, Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial,2003.
- [20] Holland A, O'Sullivan B. Truthful risk-managed combinatorial auctions[C]. IJCAI,2007: 1315-1320.
- [21] Huynh T D, Jennings N R, Shadbolt N. Developing an integrated trust and reputation model for open multi-agent systems[J]. 2004.
- [22] Huynh T D, Jennings N R, Shadbolt N R. An integrated trust and reputation model for open multi-agent systems [J]. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems,2006,13(2): 119-154.
- [23] Gurdeep S R, Kobti Z. A hybrid artificial reputation model involving interaction trust, witness information and the trust model to calculate the trust value of service providers[J]. Axioms (2075-1680),2014,3(1): 50-63.
- [24] Chang L, Ouzrout Y, Nongailard A et al. Multi-criteria decision making based on trust and reputation in supply chain[J]. International Journal of Production Economics,2014,147(Part B): 362-372.
- [25] Kraus S. Negotiation and cooperation in multi-agent environments[J]. Artificial Intelligence Amsterdam Elsevier, 1997,94(1/2): 79-98.
- [26] Sandholm T. Automated negotiation[J]. Communications of the ACM,1999,42(3): 84-85.
- [27] Keeney R L, Raiffa H. Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs / ralph l. Keeney and howard raiffa[M]. Cambridge[England]; New York, N. Y. : Cambridge University Press, c1993. ,1993.
- [28] 王立春,陈世福. 多 agent 多问题协商模型[J]. 软件学报,2002(8): 1637-1643.

Research on Multi-Agent Automated Negotiation System in Electronic Commerce Based on Trust Mechanism

CAO Mukun, DAI Xiaopei, YANG Xingyi, WANG Aijiao

(School of Management, Fujian, Xiamen 361000, China)

Abstract In order to compensate for the lack of choice of the negotiating members on the automated negotiation system, this thesis introduces the trust mechanism in the e-commerce environment. First, our model extends trust information sources and it adds a new source that provider will show consumer the interactive records MU of its competitor around; Second, the introduction of the consumers' personality characteristics makes it more adaptive to the open multi-agent environment; Third, this thesis introduces the trust mechanism into the negotiation system. Through simulation experiments show that the negotiation based on trust mechanism has better results than non-trust mechanism negotiations.

Key words Automated Negotiation, Trust, Multi-Agent System

作者简介

曹慕昆(1978—),男,厦门大学管理学院副教授、硕士生导师,重庆市人。研究方向:分布式人工智能、多 Agent 系统理论与技术、面向电子商务、供应链领域的协同、协调、协商理论与技术等。E-mail: mkcao@xmu. edu. cn。

戴晓沛(1989—),女,厦门大学管理学院 2013 年级博士研究生。研究方向:复杂系统与复杂网络、多 Agent 系统理论与技术。E-mail: daixiaopei0701@126. com。

杨兴毅(1985—),男,厦门大学管理学院 2011 年级硕士研究生。研究方向:人工智能、多 Agent 系统理论与技术。E-mail: yang85817@sina. com。

王爱姣(1988—),女,厦门大学管理学院 2013 年级硕士研究生。研究方向:供应链物流、人机谈判技术。E-mail: wangaijiao@126. com。