

基于 Agent 和 CBR 的电子商务谈判系统模型研究*

唐敏¹, 孟波^{1,2}

(1. 武汉大学 计算机学院, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学 软件工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430072)

摘要: 提出一种融合了多 Agent 和案例推理 (CBR) 技术的电子商务谈判系统模型, 在多 Agent 环境下应用 CBR 技术捕获并重用以前成功的谈判案例, 从中提取适应性策略来为交易提供决策支持, 这些策略可以根据所处环境的改变动态生成。对相关问题进行了讨论, 包括谈判案例的匹配和谈判策略的选择。

关键词: 谈判支持系统; 多 Agent; 案例推理; 移动 Agent; 谈判策略

中图法分类号: TP302.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)03-0064-03

Research on Electronic Business Negotiation Support System Based on Agent and CBR

TANG Min¹, MENG Bo^{1,2}

(1. School of Computer, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China; 2. State Key Laboratory of Software Engineering, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China)

Abstract: This paper presents an electronic business negotiation support system based on Multi-Agent and Case-Based Reasoning (CBR). The model applies CBR to capture and reuse previously successful negotiation case in the Multi-Agent context. From the cases, the adaptive negotiation strategies are abstracted dynamically to provide decision support for the transaction. The relevant issues are discussed, including matching of negotiation case and selection of negotiation strategy.

Key words: Negotiation Support System (NSS); Multi-Agent; Case-Based Reasoning; Mobile Agent; Negotiation Strategy

1 引言

传统的电子商务中商品的价格都是固定的, 不允许修改或不提供协商的方式, 买方只能被动地接受卖方的开价, 因而某种意义上是一种静态的交易。随着计算机网络通信技术和 Internet 的飞速发展, 对电子商务提出了新的挑战, 无论是商家还是客户都希望在互联网上通过动态的、可调的、灵活的价格获得更为主动的、智能的、动态的服务, 即交易双方可以通过谈判协商来确定交易。谈判的目的是谈判各方通过相互协商获得尽可能多的利益。长期以来, 国内外学者研究并提出了各种谈判理论和模型, 如冲突协商、谈判分析等, 并开发了各种谈判支持系统 (Negotiation Support System, NSS)。NSS 是一种交互式人机系统, 主要应用运筹学、对策论、决策论、行为科学、计算机技术、信息技术、人机工程等多方面的技术理论和方法, 帮助谈判者在谈判前分析局势以进行战略准备; 在谈判过程中实时地分析处理有关信息, 以争取在谈判中处于主动地位。本文提出的电子商务谈判系统模型融合了智能化自动谈判技术, 其智能化主要体现在三方面: 案例推理技术、谈判策略和多 Agent。

在整个谈判过程中, 交易各方需要制定各自的谈判步骤和策略。针对谈判过程中的问题求解提出了基于案例推理 (Case-

Based Reasoning, CBR) 的方法, 它是人工智能领域中一种重要的基于知识的问题求解和学习方法, 具有良好的可扩充性和可移植性以及自学习能力。基于案例推理就是由目标案例的提示从已有的案例库中搜索相似的源案例或者源案例集, 并用源案例来指导目标案例求解的一种策略。对过去的求解结果进行复用, 过去求解成功的经历可以指导当前求解怎样获得成功, 从而提高对新问题的求解效率。

在每一谈判事件中, 谈判各方需要决定下一步该采取的策略以产生新的出价, 这样的策略被认为是一个谈判事件策略。所有谈判过程的谈判策略是所有这些谈判事件策略的集合, 谈判策略的提取是以案例推理结果作为判断依据的。

参与谈判的各方可以是个人、组织, 甚至可以是辅助谈判的软件系统, 谈判可以是双边的或者多边的 (多边谈判)。在动态的电子商务环境下实现多边谈判和谈判事务的并行处理需要用到多 Agent 技术, 多 Agent 系统是指通过适当的体系结构把多个 Agent 组织起来相互作用、协作完成某些任务的计算系统。在这样的系统中一个问题需要多个问题求解实体, 具有并发问题求解的优点。

2 案例匹配和谈判策略提取

2.1 案例匹配

案例推理分为四个步骤, 分别是检索、匹配、重用和维护, 其中案例匹配是案例推理的核心。在案例推理系统检索出的源案例中, 如果其特征集与目标案例的特征集相似, 那么就认

为两者的求解方案是相似的。而作出这个判断就要通过匹配进行,匹配操作一般分为以下三步: 计算源案例与目标案例各对应属性之间的相似度; 计算源案例与目标案例之间的整体相似度; 对源案例按整体相似度的大小进行排序,选出相似度最大的源案例为目标案例提供决策支持。

下面给出最近邻函数进行案例匹配的计算模型^[5]:

设案例集合 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_i, \dots, c_m\}$, 第 i 个案例的属性集为 $\{c_i^1, c_i^2, \dots, c_i^n\}$, 则源案例 c_i 和目标案例 c_r 之间的相似度为 $S_i(c_i, c_r) = \prod_{j=1}^n (w_j \times \text{sim}_j(c_i^j, c_r^j))$ 。其中, n 为案例的属性个数, $w_j \in [0, 1]$ 为第 j 个属性的权值, 且 $\prod_{j=1}^n w_j = 1$, $\text{sim}_j(c_i^j, c_r^j) \in [0, 1]$ 表示源案例 c_i 和目标案例 c_r 中第 j 个属性的相似性, 其定义为 $\text{sim}_j(c_i^j, c_r^j) = 1 - \frac{|c_i^j - c_r^j|}{k_j}$, 其中 k_j 表示第 j 个特征的取值范围。

2.2 谈判策略提取

谈判策略提取是指分别将谈判双方的价格序列中相邻两项的差值与商品最初的开价相除, 若用 (o_1, o_2, \dots, o_n) 表示某方一系列的开价, c_{i+1} 表示让步百分比, 则有

$$c_{i+1} = [o_{i+1} - o_i] / o_i \times 100\%$$

通过这种方式就能得到谈判每一方在谈判过程中连续报价的让步程度序列, 就能用于捕获先前谈判中隐含的谈判事件策略。让步作为一种百分比试图描述谈判事件策略中独立于环境的信息, 它将使在相似的谈判环境下重用先前的策略变得方便可行。在先前的谈判经验中, 一系列的开价/还价谈判事件反映了与谈判事件策略相关的信息。从一个开价/还价到另一个开价/还价的变化展现了谈判事件策略的变化, 所以对以前谈判事件序列中开价/还价的分析以及开价基础上进行的让步策略分析, 有利于将先前谈判经验用于新的谈判环境下的谈判事件。

3 基于 Agent 和 CBR 的电子商务谈判系统模型

3.1 移动 Agent

由于 Agent 具有自主性、适应性、主动性、推理/学习能力和协作性等特性, 基于 Agent 的自动谈判机制在电子商务系统中起着重要的作用。随着网络技术的发展, Agent 可以在网络中移动并执行来完成某些功能, 这就是移动 Agent (Mobile Agent) 的思想。移动 Agent 是一个能在异构网络中自主地从一台主机迁移到另一台主机, 并可与其他 Agent 或资源交互的程序。移动 Agent 技术通过将服务请求 Agent 动态地迁移到服务器端执行, 使得此 Agent 较少依赖网络传输这一中间环节而直接面对要访问的服务器资源, 从而避免大量的数据传输, 降低系统对网络带宽的依赖。移动 Agent 不需要统一的调度, 由用户创建的 Agent 可以异步地在不同节点上运行, 待任务完成后再将结果传送给用户。为了完成某项任务, 用户可以创建多个 Agent, 同时在一个或若干个节点上运行, 形成并行求解的能力, 此外它还具有自治性和智能路由等特性。移动 Agent 迁移的内容既包括其代码也包括其运行状态, 运行状态可分为执行

状态和数据状态: 执行状态主要是指移动 Agent 当前运行时状态, 如程序计数器、运行栈内容等; 数据状态主要是指与移动 Agent 运行有关的数据堆的内容。移动 Agent 可以在客户和服务器之间双向移动。

本文提出的基于 Agent 的谈判模型使用购买 Agent 和销售 Agent 分别代表客户和商家进行谈判。由于客户和商家之间的频繁交互必然导致带宽浪费、系统负载增加, 因此本模型引入移动 Agent 技术, 如购买方的搜索 Agent 可以移动到销售方的服务器进行商品详细信息的查询。

3.2 多 Agent

Multi-Agent 系统除了具有单个 Agent 的基本特性外, 还具有以下特性:

(1) 社会性。在由多个 Agent 构成的环境中, 某一 Agent 可能拥有其他 Agent 所需的信息, 并能通过某种通信语言与其他 Agent 进行灵活多样的交互和协作, 以完成其自身的问题求解或者帮助其他 Agent 完成相关的活动。例如本模型中多个 Agent (搜索 Agent、谈判 Agent、评估 Agent、交易 Agent 等) 需要相互协作以共同完成购买 Agent 的任务。

(2) 自主性。在 Multi-Agent 系统中一个 Agent 发出服务请求后, 其他 Agent 只有同时具备提供此服务的能力与兴趣才能接受任务委托。因此, 一个 Agent 不能强制另一个 Agent 提供某项服务。

(3) 协作性。在 Multi-Agent 系统中, 具有不同目标的各个 Agent 需要相互协作以实现待求问题的解决。通常的协作有: 资源共享协作 (如搜索 Agent 与案例匹配 Agent 间的协作)、生产者/消费者关系协作 (如购买 Agent 与销售 Agent 的协作)、任务/子任务关系协作 (如购买 Agent 与搜索 Agent 的协作) 等。

3.3 基于 Agent 和 CBR 的电子商务谈判系统模型的结构设计

在目前流行的电子商务系统基础上, 吸取了适合 Web 应用并具有松散耦合特性的 Web Services 的设计思想, 提出一种能充分发挥智能化谈判支持作用的电子商务系统架构。如图 1 所示, 该系统模型由三部分组成: 购买方 (客户)、销售方 (商家) 和交易中心, 其中交易中心又分为表示层、业务逻辑层和数据服务层三层结构。该系统模型的运作流程如下:

(1) 购买方和销售方都通过交易中心表示层中的人机接口与交易中心进行交互, 彼此交换相关信息, 同时交易中心也会向购买方和销售方反馈结果数据。

(2) 在交易初期, 购买方通过人机接口进行注册和登录, 同时购买方信息 (客户自身的信息以及客户所需商品和服务的各种偏好信息) 通过业务逻辑层的相关 Agent 存入交易中心数据服务层的客户信息库中作为商品求购数据库供销售方查询。同理, 销售方相关信息存入商家信息库中作为供应商品数据库供购买方查询。由于考虑到系统性能问题, 商家信息库中只保留商家自身的详细信息及所提供的商品和服务的索引信息, 而关于详细信息则保存在商家服务器的商品信息库中, 可通过索引信息连接到商家服务器去访问完整的商品信息。

(3) 业务逻辑层中的管理 Agent 接收来自表示层的请求信

息, 根据商务环境和交易双方的需求和偏好为购买方和销售方动态地分配购买 Agent 或销售 Agent, 并将分配结果返回给表示层。

(4) 购买 Agent 和销售 Agent 均被设计成多 Agent 系统, 代替交易双方进行交易谈判。通过多 Agent 的通信与协作对数据服务层的相关数据进行处理, 并将结果通过表示层返回给交易方, 为其提供智能决策支持。有关购买 Agent 和销售 Agent 的功能将在后面详细描述。

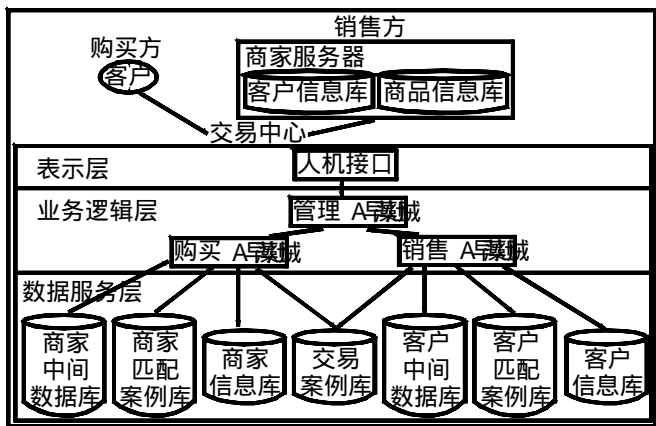


图 1 基于粤菜和悦网的电子商务谈判系统模型

3.4 购买 Agent

本文提出的系统模型中, 由购买 Agent 代替客户参与交易, 购买 Agent 是一个多 Agent 系统, 如图 2 所示。

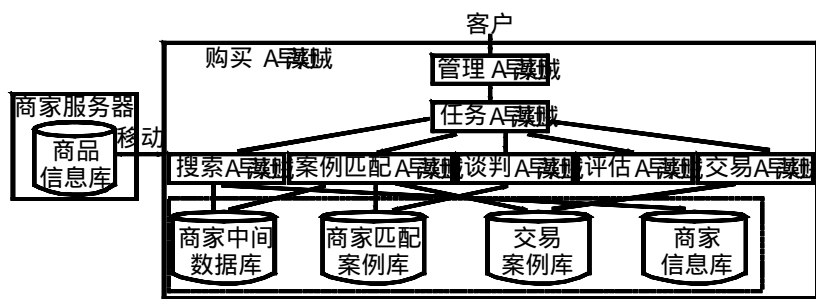


图 2 购买 Agent 的组成

根据交易中心表示层获得的客户需求信息, 业务逻辑层管理 Agent 自动分配一个购买 Agent, 并将结果由表示层反馈给客户, 由客户决定下一步操作。

其他 Agent 加入系统都必须向任务 Agent 注册, 同时任务 Agent 记录所有 Agent 的名称、地址、能力等信息, 并负责 Agent 的增加、删除、变更, 为各子 Agent 之间的通信建立连接, 确保其协同工作。各子任务 Agent 功能如下:

(1) 搜索 Agent 负责信息收集、检索和处理等, 为其他 Agent 提供数据支持。具体流程为: 根据客户求购信息搜索 Agent 搜索商家信息库, 得到商品索引信息列表, 将其保存在一个商家中间数据库中。商品的详细信息保存在与索引信息对应的商家服务器上, 因此搜索 Agent 被设计成移动 Agent, 移动到商家服务器去搜索商品的详细信息并返回, 将结果保存到上面的商家中间数据库中作为目标案例数据库。

(2) 案例匹配 Agent 是根据某种案例匹配算法, 如最近相邻策略^[5], 将搜索 Agent 返回的商家中间数据库中的目标案例集与交易案例库(客户和商家交易成功的历史数据)中的源案例集进行比较, 计算出源案例与现有目标案例的相似度, 并将相似度最大的源案例保存在商家匹配案例库中用于指导谈判 Agent 进行谈判。多目标环境下对于每一目标案例都有一个对应的匹配案例库。

(3) 谈判 Agent 是根据目标案例库中案例的数目分配相应数量的子谈判 Agent, 各 Agent 分别与相应的销售 Agent 的子谈判 Agent 进行谈判。谈判 Agent 从上面得到的商家匹配案例库中提取谈判策略, 按照一定的出价比例进行新的谈判循环。

图 3 说明了案例推理在购买方的应用。

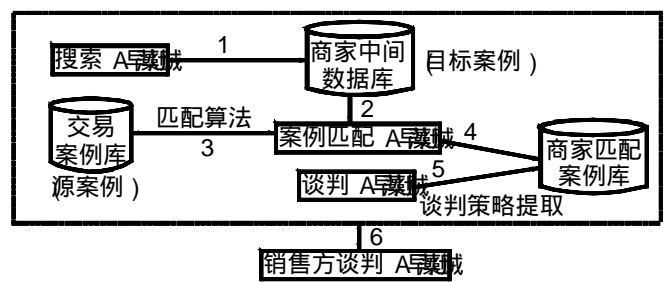


图 3 案例推理技术对谈判的支持

(4) 评估 Agent 根据子谈判 Agent 返回的结果按照某种效用计算方法(如加和评分法^[4])计算各谈判结果的效用值, 并将结果返回给客户, 由客户决定谈判是成功还是失败, 或继续进行下一轮谈判。

(5) 交易 Agent。若谈判成功则进行交易, 并将交易成功的相关信息保存在交易案例库中作为源案例为其他交易提供支持。

3.5 销售 Agent

本文提出的系统模型中, 由销售 Agent 代替商家参与部分电子商务活动。销售 Agent 是一个多 Agent 系统, 原理与购买 Agent 类似。其结构如图 4 所示。

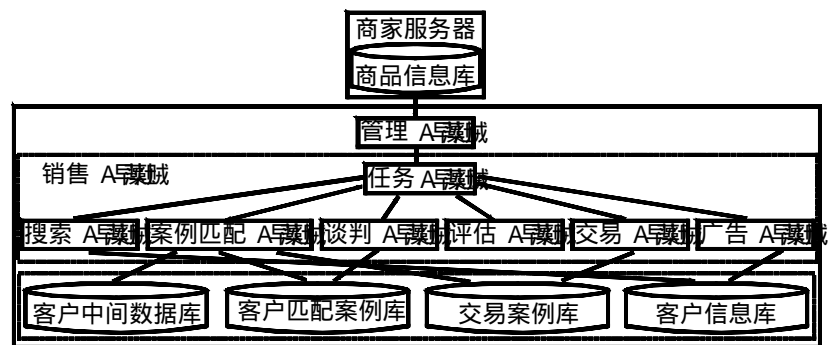


图 4 销售代理的组成

根据交易中心表示层获得的商家商品信息, 业务逻辑层管理 Agent 自动分配一个销售 Agent 并将结果由表示层反馈给商家, 由商家决定下一步的操作。

任务 Agent 与购买 Agent 的任务 Agent 类似。另外, 任务 Agent 接收购买 Agent 的请求, 将相关信息保存在客户中间数据库中作为目标案例库。各子任务 Agent 功能如下:

(1) 搜索 Agent 根据商家自身商品搜索客户信息库, 得到购买方相关信息。任务 Agent 根据搜索结果通知广告 Agent 向该客户发布广告。

(2) 广告 Agent 在销售 Agent 被创建或者在商品信息更新时, 向系统中相关的搜索 Agent 发布广告; 另一方面, 通过电子邮件向客户信息库中的相关用户发布广告。由于广告 Agent 的工作性质, 广告 Agent 被设计成移动 Agent。

(3) 案例匹配 Agent 是将客户中间数据库与交易案例库进行案例匹配。根据相似度量算法计算出源案例与现有目标案例的相似度, 并将相似度最大的源案例保存在客户匹配案例库中用于指导谈判 Agent 进行谈判。