

# 多 Agent CRM 系统模型及其协同通信研究 \*

毛明志 姜云飞

(中山大学软件研究所 广州 510275)

**摘要** 客户关系管理(CRM)是企业赢得竞争优势的重要手段。本文研究了多 Agent 的 CRM 系统模型系统内和系统外 Agent 间的通信与交互问题,对现在客户关系管理产品服务过程自动化以及系统各功能模块协同能力进行了改进,为改善现有客户关系管理产品提供了一种新的手段。

**关键词** 多Agent,CRM,协同通信,模型

## Research on Multi-Agent CRM System Model and its Cooperative Communication

MAO Ming-zhi JIANG Yun-fei

(School of Information Science and Technology, Sun Yat-Sen University, Guangdong 510275, China)

**Abstract** Customer relation management is an important mean to help the company to give us the advantage in the competition. This paper discusses the cooperative communication of agents under the multi-agent CRM system model, it improves the capability of automation in service process, enhances the ability of cooperation between the modules in the system, gives a new way to improve the existing CRM products.

**Keywords** Multi-agent system, CRM, Cooperation communication, Model

### 1 引言

从上个世纪 90 年代初的帮助桌面 (Help Desk) 软件、接触管理 (Contact Management) 等应用系统到 Internet 广泛应用的今天,客户关系管理 (CRM) 经历了很长发展,相关内容仍然是学术界和工业界的研究热点。

根据企业实施 CRM 系统时涉及到的不同种类与业务过程,可以将 CRM 系统中包含的业务过程划分为三类:(1)操作级实时业务过程,该过程具有 CRM 最基本的功能,主要是指那些直接和客户的交互活动;(2)分析和活动管理业务过程,主要是指为企业提供业务过程管理和决策支持的业务过程;(3)与其他系统协同通信的业务过程,它将 CRM 系统与 ERP 系统、SCM 系统等结合在一起,进行必要的交互,以提高整个企业工作的效率<sup>[1]</sup>。

本文在介绍现有的基于 Agent 技术的系统种类、特点及发展现状的基础上,改进了李兵等提出的多 Agent CRM 模型<sup>[2]</sup>,增强了 Agent 的移动性,针对改进后的多 Agent CRM 模型,详细阐述了利用 Agent 的移动性与外部系统进行通信和协调,进一步提高了 CRM 产品服务过程的自动化能力及系统各功能模块的协同能力。最后对全文进行了总结。

### 2 相关研究

多智能体系统是由多个可计算的智能体组成的,其中每个智能体是一个物理的或抽象的实体,能作用于自身和环境,并与其它智能体通讯。它具有行为自主性、作用交互性、工作协作性、运行持续性等特点。目前,基于 Agent 的系统模型已有不少的研究成果,如 Chen Feng 等构造了一个基于 Agent 的 OLAM 的模型,并将其成功应用到 CRM 的数据仓库上去,使得数据仓库不仅能识别结构化的数据,还能识别如正文、知识等复杂数据<sup>[3]</sup>。Cheng TungWan 等提出一个用于资产管理企业的基于三层结构多 Agent 系统的 CRM 模型,解

决了在资产管理领域的分布式问题,为企业提供了一个高质量、量身订做的财政咨询服务<sup>[4]</sup>。Kang YunJeong 等利用多 Agent 技术建立了一个 eCRM 系统,把合作型和分析型的 CRM 系统综合起来,提高了数据的利用效率及用户界面的友善程度<sup>[5]</sup>。

虽然在多 Agent 系统、CRM 系统及 Agent 间通信等领域已有大量研究成果,目前大部分的研究集中在 CRM 系统内部 Agent 技术的应用,但对实际应用需求中的 CRM 系统并不是孤立存在的,它时刻需要与 ERP, SCM, MIS 等外部系统协同通信,如数据同步、服务调用等。即使在 CRM 系统内部,Agent 间的协商和交互也是影响系统性能的一个重要方面。这方面的研究特别是在松散耦合方面的工作较少。

随着互联网的发展,企业内部系统及其与客户间的交互系统可能是动态的、异构的、分布的,这些因素增加了企业内部以及企业之间实现 CRM 的难度。多 Agent 系统具有较强的智能性、协作性,通过若干代理的合作与通信可以消除这些系统间的异构性,能更好地处理各种分布式业务。因此,在 CRM 中引进多 Agent 系统很自然地就成为一种实现客户关系管理过程自动化的解决方案。

一个基于 Agent 的 CRM 系统应满足以下要求:(1)位置透明性,是指系统应该提供寻址机制动态地定位目标 Agent,从而对用户屏蔽 Agent 的移动性;(2)自适应性,是指不同的应用会对 Agent 间的协作和通信有不同的要求,从而需要系统能够相应地进行调整;(3)松散耦合,不同业务流程的组合,是通过不同 Agent 的集合来实现的。

### 3 多 Agent CRM 系统模型

按 CRM 系统的三个活动过程(协同和通信过程、操作级实时业务过程、分析和活动管理过程)以及系统各要素之间的关系,把模型分为三层,分别是界面层、业务层和数据层。整个系统的运作是靠三个层次的子系统共同协作来完成的。各

\*国家自然科学基金项目(NO. 60773201)资助。毛明志 副教授,博士生导师,主要研究方向为人工智能与软件工程;姜云飞 教授,博士生导师。

层按系统内各要素之间的关联规则,把其中某些功能模块定义为软件 Agent,并通过 Agent 的推理和自适应机制对环境的变化而动态地将相关的活动过程和要素组织起来,协助用户进行客户关系管理,从而实现在企业内部实现任务规划、资源分配、产品管理以及过程协同方面的自适应处理。其系统结构见图 1。

模型中各层的结构与功能阐述如下。

### 3.1 界面层

该层主要用于处理与客户或其他外部应用程序的交互问题,根据用户的要求传递给系统中的其他 Agent,或接收来自系统 Agent 的请求并通过移动 Agent 发送到适当的目的地。

(1) 界面 Agent: 针对不同类型的客户提供不同的显示界面,可以记录客户的使用习惯和兴趣喜好,并作出调整。

(2) 移动 Agent: 它可自主地在异构的网络上按照一定的规则移动,寻找合适的计算资源、信息资源或软件资源,通过处理或使用这些资源,代表用户完成特定的任务。

(3) 信息处理 Agent: 负责接收来自客户或其他外部应用程序输入的数据,把它们转换成 CRM 系统内通用的数据格式,供下层 Agent 处理。

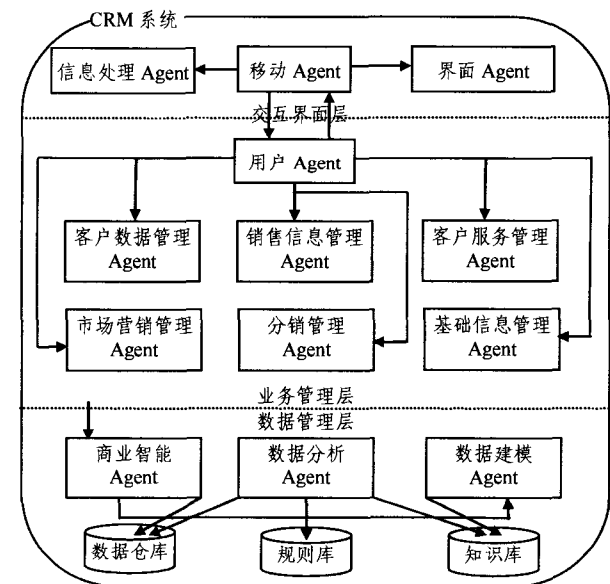


图 1 多 Agent CRM 系统模型

### 3.2 业务过程管理层

业务过程管理层几乎包含了 CRM 中所有的业务过程管理模块。从业务逻辑角度来讲,它是企业实施 CRM 管理的核心。

(1) 用户 Agent: 它是系统中用户的持续、固有的表示。因为,在某一时刻,用户自身可能不出现在共享工作空间中,所以由用户 Agent 接收与用户有关的消息,传送用户信息,作用于其他的 Agent。在某些情况下,用户 Agent 根据用户的利益,代表用户完成某些工作。

(2) 应用 Agent: 它们是实际完成合作应用工作的 Agent。它们被指明属于某一个应用,根据应用的需要开始或终止工作。它们在系统中相互提供和使用服务,相互通信,共同完成某一业务流程。具体有客户数据管理 Agent、销售信息管理 Agent、服务支持 Agent 等。

### 3.3 数据管理层

数据管理层的主要职责是为 CRM 提供各种内容的数据分析服务,为用户提供决策支持。

(1) 商业智能 Agent, 该 Agent 可根据 CRM 中其他子系统的决策需求,采用启发式方法,从数据仓库中自动寻找相应的数据集,进行相应的数据清洗并运行相应的数据挖掘方法。

(2) 数据分析 Agent: 利用数据仓库、知识库和规则库完成统计分析预测功能,实现对决策的支持。

(3) 数据建模 Agent: 负责监察决策支持的反馈结果,更新数据仓库中过时的信息和数据,并对数据仓库提取出的信息和知识进行完善,在以后的决策支持服务中更好地应用。

## 4 多 Agent CRM 系统的协同通信

### 4.1 Agent 在系统里的协同通信

在 CRM 系统中,没有任务分配的集中控制者,Agent 间没有共同的目标。这是因为,Agent 间的关系是既有竞争又有合作,竞争是必然的无条件的,合作是暂时的有条件的,所以,通过集中控制者来优化分配任务显然是不可行的。任务分配的目标是平衡任务的招标者与任务的执行者的局部目标,在 Agent 间寻求最大均衡满意的任务分配结果。

CRM 中的 Agent 都以追求自身利益最大化为目标,因此合作是有条件的,必须通过相互协同才能实现,协同是解决冲突实现协作的有效手段。在该过程中,任务的招标者负责任务的分配、任务执行的监控以及执行结果的处理,任务的投标者是任务的潜在执行者。任务招标者和任务投标者都是在任务分配的过程中动态形成的,有时同一个 Agent 既是这个任务的招标者,又是另一个任务的投标者。

为了能有效地完成任务的分配,系统的协同通信机制过程如下:

(1) 当一个待分配的任务集到达招标者后,若该 Agent 本身没有能力完成或者不能比其它 Agent 或 Agent 联盟更有效地完成该任务,它会首先分析任务集,以判断完成任务所需 Agent 的类型,然后将这些任务的详细情况以及相关完成任务的条件和接受投标的截止日期等信息发布给相关的 Agent 广播,把任务发布出去。

(2) 潜在的投标者接受到相关的信息后,根据自身的状态和相关的知识信息对收到的信息进行评估,根据评估结果发出相应的投标信息,信息类型有拒绝、不理解和投标三种。

(3) 在投标截止期内,招标者接收所有投标者的信息。

(4) 当接受投标的截止日期一到,招标者根据参与者的投标情况,做出三种反应:接受某一投标者的投标,拒绝所有投标者或者,建议某些投标者组成联盟来投标。投标者接收到招标者组成联盟的建议,有三种信息返回给招标者:拒绝建议,接受建议以及将新的投标信息传递给招标者。

(5) 若组成联盟的建议被投标者所接受,招标者向该投标者联盟发标。否则,再挑选出满足需要的最好的参与者并向其发标,对其他的投标者则发出拒绝信息。接受任务的投标者,将执行任务的最终结果反馈给任务的招标者。

### 4.2 Agent 在系统间的协同通信

要使 Agent 具有在网络中移动的能力,就要让 Agent 知道任务和环境的部分模型或部分知识。所以,需要建立一个存储服务和资源位置的分布式数据库,这些数据由一组分层的导航 Agent 来维护。当有新服务产生时,服务 Agent 要把信息注册到该分布式数据库。而且在每一台机器上,都有一个移动 Agent,它知道一些导航 Agent 的位置,由于导航 Agent 知道服务的位置和其他 Agent 的位置,因此移动 Agent 也就知道了服务和其他导航 Agent 的位置。

通常,一个应用 Agent 通过查询本地的移动 Agent 进而

(下转第 292 页)

同 Agent 根据自身的经验提供信息,因而它们提供的信息不一定相同。

### 4.3 示例

假设 Agent 集合  $G = \{A_1, A_2, \dots, A_6\}$ , 各 Agent 代理购买计算机相关商品。其中各 Agent 分别有表 3 所示知识。

表 3 Agent 知识库

知识库		社区伙伴	
社区 Agent	自身知识	社区伙伴	伙伴知识
Agent 1	主机	Agent 2	显示器
		Agent 6	主机
Agent 2	显示器	Agent 3	摄像头
		Agent 5	扫描仪
Agent 3	摄像头	Agent 4	打印机
		Agent 5	扫描仪
		Agent 1	主机
Agent 6	主机	Agent 7	显示器
		Agent 8	主机

信息交换形成过程如下:

(1) Agent 1 被指派购买一套计算机,它根据所掌握的知识,决定要购买计算机主机和显示器。但是由于它不了解有关购买显示器的有关信息,于是它根据掌握的已知社区伙伴可能掌握的知识,向 Agent 2 发送有关显示器的信息请求;

(2) Agent 6 旁听到该消息,于是主动给 Agent 7 发送第三方请求信息,使得 Agent 7 加入到本次信息交流过程;

(3) Agent 2 根据自身知识,发现在整机购买中包括摄像头和扫描仪时,性价比更高,因此主动向 Agent 3 以及 Agent 5 发送前摄性信息。信息内容主要为向 Agent 1 提供有关摄

像头和扫描仪的信息,同时向 Agent 1 发送信息,建议购买摄像头和扫描仪;

(4) Agent 3, Agent 5 和 Agent 7 分别接收到信息,并向 Agent 1 发送相关产品购买信息。

(5) Agent 1 收到相关信息后,向应答 Agent 发出确认信息。

**结束语** 以博弈论为基础的、以 Agent 为中介的电子商务研究把 Agent 的购买行为看作是纯粹的个体行为,与购买行为理论和购买实际情况存在很大反差。实际上,接受人类指派的 Agent 也可以仿照人类建立社区,交流信息、相互影响。“面向任务社区”就是这样一个交流的中心和影响力的枢纽。而采用面向任务社区的 CBB 模型的 Agent 既接受社区信息的影响,也能影响社区中的 Agent。采用前摄信息交换机制可有效地解决社区中的 Agent 如何进行信息交换,以便适时地提供其他 Agent 需要的信息这一关键问题。

### 参考文献

- [1] Guttman R H, Moukas A G, Maes P. Agent-mediated electronic commerce: A survey [J] The Knowledge Engineering Review, 1998, 13(2): 147-159
- [2] Loudon D L, Della-Bitta A J. Consumer Behavior: Concepts and Application, 4<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Inc, 1993, 611
- [3] Li Hairong, Kuo Cheng, Russell M G. The Impact of Perceived Channel Utilities, Shopping Orientations, and Demographics on Consumer's Online Buying Behavior. Journal of Computer-Mediated Communication, 1999, 5(2)
- [4] Fan X, Yen J, Volz R V. A theoretical framework on proactive information exchange in agent teamwork. Artificial Intelligence, 2005, 169: 23-97
- [5] Fan Xiacong, Yen John. Conversation Pattern-based Anticipation of Teammates' Information Needs via Overhearing// Intelligent Agent Technology, IEEE/WIC/ACM International Conference. 2005: 316-322

(上接第 288 页)

访问导航 Agent, 就能知道所需的服务列表和它们的位置。由于在系统中, 信息场景是不断变化的, 因此服务和资源位置的分也不是静态的。通过使用自适应的方法使信息得到及时更新。下面是一个 Agent 从创建、运行、移动直至终止的工作流程。

(1) 当某个 Agent 检测到任务无法系统内部完成时, 便会向移动 Agent 发出移动请求。移动 Agent 接到请求之后, 首先会进行移动命令的合法性检查, 记录任务的相关信息到本地任务列表。

(2) 移动 Agent 向本地的导航 Agent 询问服务或资源的位置, 导航 Agent 根据一组关键字从它的数据库中返回服务的列表。

(3) 移动 Agent 收到服务列表后, 开始进行移动前的准备工作。首先, 移动 Agent 根据服务列表的信息构造一个初始计划, 如一个站点的排序序列。根据这个排序序列, 在当前站点所需的处理完成时, 顺序从当前站点前进到下一个站点。当然, 移动 Agent 的导航计划是静态的, 它会实时查询自己的感知器, 构造或修订计划, 来适应网络的配置和软件内容的变化。当计划制定完毕后, 移动 Agent 为其运行环境申请相应的内、外存以及网络资源, 完成移动前的准备工作。

(4) 当接收方接收到发送方的移动 Agent 后, 首先对 Agent 进行口令和身份验证等合法性检查工作, 然后向发送方传递 Agent 移动成功或失败的信息。移动 Agent 把任务的内容传递给接收方的应用 Agent, 得到结果后继续下一站点的移动。

(5) 发送方根据接收到的回答信息, 向本地导航 Agent

发送该移动 Agent 已经移动的信息, 让导航 Agent 能更新它的注册信息, 这样就可以随时追踪移动 Agent 的位置信息, 以便于直接控制。

(6) 移动 Agent 在访问了一些服务后, 会重新访问本地的导航 Agent, 向它提供所访问站点的反馈信息, 如服务的速度和访问结果的可用性。这些“客户报告”可以让导航 Agent 知道哪些服务是最有用的, 并给这些服务赋予相应的优先级, 实现最优服务的自适应选择。同时, 移动 Agent 把任务的结果传回给应用 Agent。

**结束语** 本文讨论了一个在多 Agent CRM 系统模型的结构下, Agents 之间分别在系统内部和系统之间的通信和交互情况。通过 Agent 技术与传统 CRM 结构的结合, 系统性能得到了更好的优化, 实现了业务流程自动化的管理, 提高了整个系统中各个功能模块之间的协同能力。

### 参考文献

- [1] 赵欣培, 李明树, 王青, 等. 一种基于 Agent 的自适应软件过程模型[J]. 软件学报, 2004, 15(3): 348-359
- [2] 李兵, 薛劲松, 朱云龙, 等. 基于 Agent 的客户关系管理系统开发研究[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 2004, 10(3): 326-330
- [3] Chen Feng, Wang Cong, Lin Jie. Agent-based on-line analytical mining in CRM system [C]// Proceedings of IEEE Networking, Sensing and Control. March 2005: 169-173
- [4] Jeong K Y, Oun C D, Seok L Y. Design and Implementation of eCRM Component based on Multi-agent Active Media Technology [C]// Proceedings of the 2005 International Conference. May 2005: 152-155
- [5] Cheng T W, Wang W L, Chan S K. Three-tier Multi-Agent Architecture for Asset Management Consultant e-Technology, e-Commerce and e-Service [C]// 2004. IEEE International Conference. March 2004: 173-176
- [6] 王立春, 陈世福. 多 Agent 多问题协商模型[J]. 软件学报, 2002, 13(8): 1637-1643