

基于多 Agent 技术的中小企业 ERP 系统研究

Research On ERP For Small & Medium - Size Enterprises Based On Multi - agent Technique

李 君 吴春旭 (中国科学技术大学 管理学院 230052)

摘要:针对中小企业运作对企业资源计划(ERP)系统的要求,剖析了传统 ERP 系统在中小企业应用中的缺点,提出了一种基于多 Agent 技术的中小企业 ERP 系统模型——SME - MAERP,并阐释了该系统的工作机制。该系统模型具有高度的开放性、分布性、智能性和灵活性,能很好地满足中小企业的运作要求。

关键词:多 Agent ERP 中小企业

1 引言

目前,企业资源计划(ERP)系统已在许多大企业中得到广泛的应用,并迅速成为企业提高管理水平和综合竞争力的一种有效工具,但是它在中小企业中的实施却举步维艰,成功率非常低^[1]。究其原因,是因为当前的 ERP 系统多半是根据大企业的特点来设计开发的,而中小企业的运作特点与大企业差别很大,它们所面临的环境更具动态性和不确定性^[1],因此需要一种更适合于它们的 ERP 系统。

为此,本文首先分析了中小企业运作对 ERP 系统的要求,而目前流行的多 Agent 技术能较好地实现这些要求。目前,多 Agent 技术已在很多领域得到了成功应用,比如:供应链管理(SCM)^[2]、生产管理^[3]、企业资源分配^[4]等。此外,多 Agent 技术在企业 ERP 系统中的应用也开始引起人们的关注,比如: Bih - Ru Lea 等人就在 2005 年初提出了一种 Multi - agent ERP 的概念框架^[5]。但是在以往的这些关于 ERP 的研究中,都很少涉及中小企业。由此,本文结合中小企业对 ERP 系统的要求和多 Agent 技术,提出了一种基于多 Agent 的面向中小企业的 ERP 系统模型——SME - MAERP,并详细介绍了该模型的工作机制。

2 中小企业运作对 ERP 系统的要求

中小企业的运作特征决定了其对 ERP 系统的特殊要求,分析起来有以下几方面:

2.1 要求 ERP 系统能动态适应中小企业的业务流程再造

中小企业一般都是那些大企业的外包商,中小企业生产什么样的产品、生产多少产品取决于这些大企业的生产计划,而大企业的生产计划又取决于市场需求???。中小企业的这种特殊的生产模式决定了它们所面临的需求更具动态性,企业需要不断调整其业务流程。这就要求面向中小企业的 ERP 系统必须具有高度的灵活性和柔性,能够根动态满足企业业务流程再造的需要,而这些特性在传统的 ERP 系统中是无法实现的。

2.2 要求 ERP 系统具有一定的智能性

中小企业所面临的需求动态变化,经常出现突发性需求。这就要求面向中小企业的 ERP 系统不仅能对出现的变化做出即时响应,同时还必须具有一定的智能性,能主动地去发现需求、预测需求、分析需求。

2.3 要求 ERP 系统的实施成本尽可能低

中小企业的规模较小,资金实力不足,对风险的承受能力较差,经不起大的挫折???。这就要求 ERP 系统的开发和应用成本应尽可能低,所需投资要在广大中小企业能够承受的范围之内。而传统的 ERP 系统是一项投资大、风险大、周期长的系统工程,很不适合于中小企业。

2.4 要求 ERP 系统能够有效地集成企业的“遗产系统”

中小企业中原有的各个信息子系统,是中小企业中的某些部门所开发并且已经运行相对成熟的异构信息系统,它们一起构成了企业的“遗产”系统。中小企

业中实施 ERP 系统时,这些“遗产”系统是经不起废弃的,因为重新开发的成本太高。这就要求面向中小企业的 ERP 系统必须能够有效地集成企业中异构的“遗产系统”。

3 基于多 Agent 技术的中小企业 ERP 系统模型

3.1 Agent 及多 Agent 系统

(1) Agent 的基本概念。Agent 是一个能在特定环境下连续自发地实现功能,同时与相关 Agent 和进程相联系的软件实体。Agent 通常具有以下基本属性:

- ① 自主性: Agent 能够在没有人或其他 Agent 干预下完成其大部分功能,控制其内部状态。
- ② 社会能力: Agent 能够和其他 Agent 或人进行交互,以实现其目标。
- ③ 被动响应能力: Agent 能够感知周围环境的变化,并产生实时响应。
- ④ 主动响应能力: Agent 能够主动地根据自身目标进行活动。
- ⑤ 自适应性: Agent 能通过自身的学习机制来适应环境。

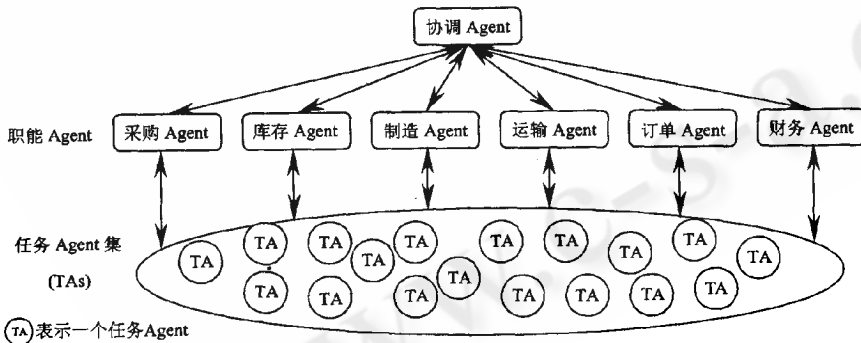


图 1 基于 MAS 的中小企业 ERP 系统(SME - MAERP)模型结构图

⑥ 可移动性: Agent 可以携带数据和指令移动到其它环境中并在那里执行指令^[6,8]。

Agent 的分类方法有很多,这里采用 Nwana 提出的 Agent 分类方法。Nwana 根据 Agent 的基本属性将 Agent 分为以下七类^[6]: 协作型 Agent、反应型 Agent、主动响应型 Agent、界面 Agent、移动 Agent、信息 Agent、混合 Agent 等。

(2) 多 Agent 系统。多 Agent 系统是指由多个 Agent 组成的处理分布式问题的系统,它通过各个 Agent 之间的交互和协作来实现系统的整体目标^[7]。多 Agent 理论建立在单 Agent 模型基础上,它不仅具有单 Agent 的许多属性,而且还能够解决单个 Agent 不能解决的复杂问题,克服单个 Agent 知识能力有限、信息不完全的缺陷。多 Agent 的特点体现在每个 Agent 的自治能力和各个 Agent 之间的协同能力两个方面。多 Agent 具有高度的开放性、灵活性、广泛的适应性、设计的简单性,被认为是下一代软件开发的新标准^[8]。

3.2 基于多 Agent 技术的中小企业 ERP 系统模型结构及其工作机制

多 Agent 的诸多属性与中小企业对 ERP 系统的要求不谋而合,比如多 Agent 的开放性与中小企业面临的环境开放性相适应;多 Agent 的灵活性使得中小企业动态调整业务流程成为可能;多 Agent 的 Agent 封装性能解决对中小企业“遗产”系统集成的问题等。由此本文在研究面向中小企业的 ERP 系统中,引入了多 Agent 的相关概念和技术,提出了一个基于多 Agent 技术的面向中小企业的 ERP 系统(SME - MAERP)模型。该模型的体系结构(如图 1 所示)由协调 Agent

(coordination agent, CA)、采购 Agent (purchase agent, PA)、库存 Agent (inventory agent, IA)、制造 Agent (manufacture agent, MA)、订单 Agent (order agent, OA)、运输 Agent (delivery agent, DA)、财务 Agent (finance agent, FA) 和一系列的任务 Agent (task agent, TA) 组成。这些 Agent 都有各自的目标、知识库和规则库,能自主地对所

处环境的变化做出实时响应,同时 Agent 之间又能通过协作和协商,以实现系统的整体目标。

SME - MAERP 系统模型中每种 Agent 的角色和功能如下:

(1) 协调 Agent (CA)。协调 Agent (CA) 是一种混合型 Agent,处于整个 SME - MAERP 系统的核心,它关

注的是企业的整体目标,负责对系统中各种 Agent 进行管理和协调,使各种类型的 Agent 之间能够高效顺畅地工作。CA 的内部结构由注册模块、知识库、规则库、协调处理模块、通信模块等模块组成。注册模块用于登记整个系统中各种 Agent 的注册信息,包括各个 Agent 的名称、标识、地址和能力信息,同时还能够根据内外部环境和企业业务需求的变化动态地添加或删除某个 Agent,使系统具有很强的灵活性;知识库中存储着企业全局性的决策信息以及该 Agent 自身的目标和资源信息,并实时更新;规则库中存放着一些事先设定的协调规则,协调 Agent 在实际业务中通过自我学习,进行规则的提炼,进一步更新、修改和完善规则库;协调处理模块根据知识库和规则库,对 SME - MAERP 系统中各 Agent 之间的冲突进行处理,同时根据知识库中存储的企业全局目标来协调各 Agent 之间的行为;通信模块提供协调 Agent 与其他各 Agent 之间的通信接口,方便协调 Agent 通过知识交换完成与其他 Agent 的交互和通信。

(2) 任务 Agent (TA)。SME - MAERP 系统模型将企业中的所有职能体分解为一系列的元任务。每一个元任务用一个任务 Agent (TA) 表示,所有的 TA 一起组成了一个任务 Agent 集 (TAs)。元任务都是粗粒度的,具有一定的原子性和相对的稳定性,能独立完成某一具体功能,扮演某个具体角色。由于每个元任务所扮演的角色不同,因此 TA 也相应具有多种不同的类型。比如:协作型 TA、反应型 TA、主动响应 TA、界面 TA、信息 TA、移动 TA 等。这些不同类型的 TA 能根据每个职能 Agent 的需要任意组合。当中小企业的业务流程需要改变时,可以通过动态调整 TA 的组合来实现,而不必重新修改职能 Agent,因此使业务流程重组 (BPR) 变得非常容易,成本费用较少。这一点对中小企业来说至关重要。另外,还可以按功能将中小企业中原有的那些异构信息子系统封装成不同类型的 TA,从而实现新系统与企业“遗产”系统的有效集成。

(3) 订单 Agent (OA)。订单 Agent (OA) 是一种混合型 Agent,同时具有反应型 Agent 和主动响应型 Agent 的特征,它负责接收和管理订单信息、记录和管理客户信息。OA 是整个 SME - MAERP 系统中非常重要的一个职能 Agent,它的目标和行为对系统的运行至关重要。因为,在如今“需求拉动”的生产模式下,企

业必须得根据客户需求来制定生产计划和采购计划,即按订单生产、按订单采购,对于中小企业来说更是如此。OA 一方面具有反应型 Agent 的特征,它能对客户需求的变化做出反应和答复;另一方面它还具有主动响应型 Agent 的特征,具有很强的智能性,能主动根据自己所拥有的知识和信息预测客户需求、发掘潜在客户,能很好满足中小企业的运作要求。

(4) 制造 Agent (MA)。制造 Agent (MA) 是一种协作型 Agent,它根据 OA 提供的订单需求,再结合自身的知识库和算法库,生成任务调度表和物料需求表。然后 MA 根据任务需要,到任务 Agent 集 (TAs) 中寻找相应的 TA,并进行组合。通常不同的客户订单需求所对应的任务调度表也不尽相同,相应的 TA 组合也有很大差异。SME - MAERP 系统分析所接收订单的需求,选取不同的 TA 组合,从而满足客户动态变化的需求。

(5) 库存 Agent (IA)。库存 Agent (IA) 是一种信息 Agent,它负责管理物料和产品的库存信息。IA 的功能包括:为 OA 提供库存产品信息,方便 OA 做出决策;应 MA 请求,为 MA 提供所请求的产品库存信息,以便 MA 制定生产计划表,同时根据 MA 提供的物料需求信息,再结合自己的知识库,产生相应的物料采购信息;与 PA 交互,向 PA 提供物料采购计划表,同时向 PA 请求已购物料信息。同时,IA 还能根据自身的知识库和算法库,计算出最佳库存水平。

(6) 采购 Agent (PA)。采购 Agent (PA) 是一种混合型 Agent,它根据 IA 提供的物料采购计划表,选择最佳的供应商进行采购。PA 的知识库中存放着交易中各供应商的信息,包括交易历史和信用水平。PA 在采购时,面向所有供应商采用公开招标的方式,然后运用算法库内某种算法,结合知识库中供应商以往的交易情况,对各个供应商提交的报价进行综合评估,选出最佳的供应商进行交易。

(7) 运输 Agent (DA)。运输 Agent (DA) 是一种反应型 Agent,它从 OA 处获得产品的运输要求,同时结合自身的知识库产生一系列运输计划。DA 将每个运输计划分解成若干元任务,再到任务 Agent 集 (TAs) 中寻找所需 TA,并进行组合调度,完成运输任务。

(8) 财务 Agent (FA)。财务 Agent (FA) 是一种混合型 Agent,它与其它的每个职能 Agent 都有交互和协作,同时与所需要的 TA 进行谈判和协商,根据不同的

财务需求,进行 TA 组合。

3.3 SME - MAERP 模型中 Agent 之间的交互和协作

SME - MAERP 系统模型中的 Agent 具有两大特点:一是各个 Agent 本身都具有自治性;二是各个 Agent 之间还具有协作性。该系统要实现整体的目标,离不开各个 Agent 之间的交互和合作。这就要求 Agent 之间必须要有一种合适的通信机制和一套合理的协作机制。

(1) Agent 之间的通信。在 SME - MAERP 系统模型中,所有 Agent 内部都有一个专门的通信模块,用于和其它 Agent 完成消息的传递和交换,从而实现交互。由于每个 Agent 都是自主性实体,它们之间的通信不再是传统的二进制数据,而是基于知识的交换,因此需要一种更高级的通信语言。在 SME - MAERP 系统模型中,采用 DARPA 提出的知识查询与操纵语言(KQML)作为各 Agent 之间的通信语言。KQML 语言是一种基于消息的 Agent 通信语言,而且可以根据需要进行动态扩展,能很好满足本系统中各 Agent 之间的通信和交互。

(2) Agent 之间的协作。在 SME - MAERP 模型中,采用合同网协议(contract - net protocol)作为 Agent 之间的协作机制。合同网协议是一种基于协作的交互协议,它最初是由 Davis 和 Smith 等人在研究分布式问题求解时提出来的^[6],后来被广泛地应用到多 Agent 系统的协作中。SME - MAERP 模型中利用合同网协议将任务划分为一系列的子任务,然后通过招标、投标、签订合同和执行合同等四个阶段来完成每一项子任务。以采购 Agent(PA)为例,它要完成某种物料 m 的采购任务。阶段一:采购 Agent 对物料 m 的采购计划进行分析,然后向各个供应商 Agent(属于 TA)发出招标通知;阶段二:各个供应商 Agent 看到任务招标通知后,根据自身的能力向采购 Agent 发出投标;阶段三:采购 Agent 结合自己的知识库和算法库对收到的投标进行综合分析,选出最佳的一个或几个供应商 Agent 签订任务合同来完成采购任务;阶段四:被选中的供应商 Agent 按合同要求执行采购任务,并将执行结果返回给采购 Agent,由采购 Agent 对执行结果进行处理。

3.4 SME - MAERP 系统模型在中小企业中的优势

在中小企业中,SME - MAERP 模型与传统的 ERP

相比,有很多优势,比如:

(1) 更低的开发成本。目前已存在许多成熟可用的多 Agent 开发工具,比如 JATLite、Sodabot、Zeus 等^[9],从而大大简化了 SME - MAERP 的开发过程;另外 Sooyong Park 和 Vijayan Sugumaran 已经提出了一种基于结构的多 Agent 开发方法^[9]。这使得 SME - MAERP 系统的开发变得更加容易可行,降低了开发成本。

(2) 更低的实施成本。实施 SME - MAERP 系统,不需要对企业进行彻底的业务流程重组;同时,它还能通过 Agent 封装技术将企业中的“遗产”系统有效地集成进来。从而大大降低了实施成本。

(3) 更好的灵活性。SME - MAERP 系统能够根据需要随时对 Agent 进行增减,也能通过 TA 的动态组合来适应中小企业不断变化的业务流程,满足各中小企业的管理要求。

(4) 更强的智能性。SME - MAERP 系统中的很多 Agent 都具有一定的学习能力和较强的推理能力,从而使得整个系统更具智能性,能够主动地预测、适应乃至积极寻找途径以支持用户完成任务。

4 结论

本文提出了一种基于多 Agent 技术的中小企业 ERP 系统模型——SME - MAERP。该系统模型充分考虑了中小企业对 ERP 系统的特殊要求,引入了当前流行的多 Agent 技术,具有高度的开放性、分布性、灵活性、智能性,能适应中小企业面临的复杂、动态的需求变化。该模型包括一个协调 Agent、六个职能 Agent 和许多任务 Agent,并能根据实际需要对 Agent 的数量和类型进行增减。模型中的各 Agent 之间采用 KQML 语言进行通信和交互,并运用合同网协议完成彼此之间的协作,从而实现系统的整体目标。以后我们将进一步研究 SME - MAERP 系统在中小企业中的具体实施步骤,探索模型中 Agent 之间更有效的协作模式,并进一步研究多 Agent 技术在企业知识挖掘和知识管理方面的应用。

参考文献

- 1 S. F. Huin. Managing deployment of ERP systems in (下转第 78 页)

(上接第9页)

- 1 SMEs using multi - agents[J]. International Journal of Project Management, 2004,22 :511 - 517.
- 2 Toshiya Kaihara. Multi - agent based supply chain modelling with dynamic environment [J]. Int. J. Production Economics ,2003,85 : 263 - 269.
- 3 T. Kuhlmann, R. Lamping, C. Massow. Agent - based production management[J]. Journal of Materials Processing Technology,1998,72 :252 - 256.
- 4 Ricardo M. Bastos, Flavio M. de Oliveira, Jose? Palazzo M. de Oliveira. Autonomic computing approach for resource allocation [J]. Expert Systems with Applications,2005,28 :9 - 19.
- 5 刘雪妮、周根然, 中小企业实施 erp 的策略分析 [J], 现代管理科学,2002,10 :30 - 31.
- 6 范玉顺、曹军威, 多代理系统理论、方法与应用 [M], 北京 清华大学出版社,2002。
- 7 张洁、高亮、李培根, 多 Agent 技术在先进制造中的应用 [M], 北京 科学出版社,2004。
- 8 Bih - Ru Lea, Mahesh C. Gupta, Wen - Bin Yu. A prototype multi - agent ERP system: an integrated architecture and a conceptual framework [J]. Technovation , 2005,25 :433 - 441.
- 9 Sooyong Park, Vijayan Sugumaran. Designing multi - agent systems: a framework and application [J]. Expert Systems with Applications, 2005, 28 : 259 - 271.