

ERP 系统中基于模型的业务 Agent 的研究与设计

周传生, 刘 杰

(沈阳师范大学软件学院, 沈阳 110034)

摘要: 在多 Agent ERP 系统中, 如何快速有效地利用 Agent 技术来开发和实施 ERP 系统, 已成为 ERP 技术研究的一种新的趋势。该文通过对模型技术、Agent 技术以及 ERP 系统业务流的研究, 介绍了一种基于模型的业务 Agent 的设计方案, 为解决 ERP 系统的快速开发与实施提供了一种新的方法。

关键词: 软件集成; 模型; Agent 技术; ERP 系统

Research and Design of Business Agent Based on Model in ERP System

ZHOU Chuansheng, LIU Jie

(Software College, Shenyang Normal University, Shenyang 110034)

【Abstract】 In multi-agents ERP system, how to apply agent technologies to develop and deploy ERP system rapidly has become a new trend. By research of model technologies, agent technologies and ERP business logic, this paper introduces a model based design of ERP business agent to provide people a different solution for their ERP applications.

【Key words】 Software integration; Model; Agent technology; ERP system

随着信息技术的发展, 特别是互联网的广泛普及和使用, 使得原有的企业信息系统暴露出的问题越来越多, 主要包括:

(1)常用的信息系统模型与现实不同构, 甚至严重扭曲现实系统;

(2)传统的分解-协调方法以降低系统灵活性的代价换取系统复杂性的降低;

(3)系统模型结构僵化, 无法实现系统对环境变化的自适应。为此, 一种全新的 ERP 设计思想——基于模型的多 Agent 的系统开发方法成为研究的趋势。

1 Agent 以及 ERP 系统中业务 Agent 的工作特点

Agent 技术最早于 20 世纪 70 年代出现在人工智能领域, 其最大的特点是具有一定的智能及良好的灵活性, 特别适合于对复杂、分布问题的处理。从 80 年代末开始, Agent 的理论、技术研究从分布式人工智能(DAI)领域中拓展开来, 与许多其它领域相互借鉴和融合, 得到了广泛的应用。但到目前为止, 广大专家学者对 Agent 的定义还没有达成共识。普遍认为, Agent 应该具有知识、目标和能力。其中, 知识就是 Agent 对它处的环境和需要解决问题的某种描述, 可以通过用户、其它 Agent (在多 Agent 系统中) 或自身的学习来获得; 目标就是 Agent 所要求解的问题和任务; 能力就是 Agent 可以求解该问题的方法和手段^[1]。一般来讲, Agent 具有自主性、反应性、适应性、社会性^[2]等特性。然而由于现实问题的复杂性, 单个 Agent 很难完成给定的任务, 因此便由多个 Agent 共同承担一个任务, 分工合作、互相协调完成任务。多 Agent 的 ERP 系统就是这样的一种系统。

在多 Agent 的 ERP 系统之中, 从 ERP 系统的业务上来讲, 可以将系统分解成多个不同的业务 Agent, 如用户验证

Agent、组织结构 Agent、计划 Agent、采购 Agent、销售 Agent、库存 Agent 等。每个 Agent 在完成自己主要业务的同时, 也为其它的 Agent 提供相关的服务, 并感知其它 Agent 对相关信息的变更, 以调整自己的运行状态。具体来说, 业务 Agent 具有以下工作特点:

(1)每个业务 Agent 都是独立运行的实体, 可以用不同的语言来开发, 也可以运行于不同的操作系统平台之上。

(2)各个业务 Agent 之间可以通过规范的协作消息来协同工作, 完成不同的业务。如采用 FIPA 规范来处理业务 Agent 之间的消息。

(3)各个业务 Agent 有自己的业务流程和工作流引擎, Agent 之间采用协作消息来实现跨部门的业务流处理。

(4)各个业务 Agent 可以感知系统环境的变化以及来自于其它 Agent 的消息, 自我启动相应的业务控制和工作流引擎, 完成相关的任务, 并将结果反馈给系统或通知其它的业务 Agent。

(5)对于同一个业务 Agent, 不同的角色(如经理和操作员)能够处理的业务以及相关的显示信息和操作处理方式是不同的。

(6)各个业务 Agent 以完成不同的业务表单为主要工作。业务表单可以是显式的, 即用户可见的; 也可以是隐式的, 即用于传输、存储或为其它 Agent 提供的; 业务表单是多样的, 如采购订单是业务表单, 用户列表和消息列表也是业务

基金项目: 辽宁省信息产业厅基金资助项目(辽信息信字[2005]47号)

作者简介: 周传生(1966-), 男, 副教授, 主研方向: 软件工程, 分布式对象技术及其应用; 刘 杰, 教授

收稿日期: 2005-12-25 **E-mail:** jasoncs@126.com

表单。

2 ERP 系统中基于模型的业务 Agent 的组织结构

基于模型软件开发就是模型驱动软件开发，即为了实现系统的目标，将系统划分为若干层级，在每一个层级上对相关对象进行建模并建立各层模型之间的映射关系，采用人工或计算机软件按照映射规则完成信息从一个层级向另一个层级之间的变换，最终获得系统的目标结果。在这种情况下，由于模型及模型之间的映射关系都是以元数据(或模式)的形式描述的，因此当模型或模型之间的映射关系发生变化时，不需要修改程序代码，只需要修改元数据就行了。而元数据的修改是通过各种可视化建模工具完成的。因此，模型驱动技术就使得系统具有很大的灵活性和可扩展性。在多 Agent 的 ERP 系统之中，基于模型的业务 Agent 就是采用这种方式来设计的，其组织结构主要由消息处理模型、业务控制模型、界面处理模型、工作流模型和数据处理模型等 5 个模型组成，如图 1 所示。

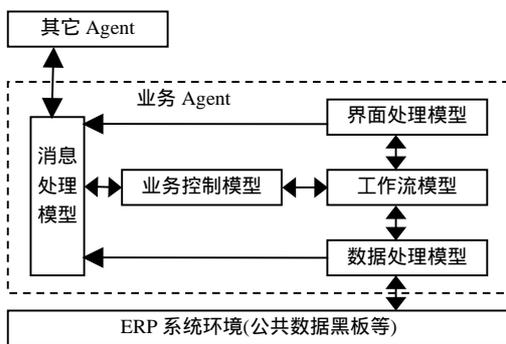


图 1 ERP 系统中业务 Agent 组织结构示意图

2.1 消息处理模型

消息处理模型主要处理 3 大类消息：第 1 类是用于同其它 Agent(包括用户)通信的消息，即 Agent 消息。第 2 类是来源于数据处理模型探测到的 ERP 系统环境(即公共数据黑板)发生变化时发出的消息即数据异动消息。第 3 类是系统本身的消息，如获取消息列表的内容或某个消息的描述模式等。在消息处理模型中，有 4 个主要的组件，即消息控制列表、消息接收器、消息解析器和消息发送器。

(1)消息控制列表是一个可配置的线性列表，列出了所有可以被本业务 Agent 所处理的消息。每个消息都是由相应的消息描述模式表示的，可以用模式描述语言或其他的描述语言如 XML 语言或 FIPA 规范来编写(消息列表及相关消息描述模式是通过工作流模型和数据处理模型进行获取和存储的)。只有在控制列表中的消息才可以被本 Agent 所处理。

(2)消息接收器是一个包含可预置大小并且是先进先出的消息队列的软件组件，完成各类消息的接收和缓存。可以通过 TCP/IP、HTTP、Web 服务或其它形式供其它 Agent 通信使用。

(3)消息发送器是一个包含可预置大小并且是先进先出的消息队列的软件组件，负责完成各类消息的缓存和发送。这些消息可以是对来自于其它 Agent 请求的反馈，也可以是在处理自己业务时需要发出的请求，如获取消息控制列表请求等。可以通过 TCP/IP、HTTP、Web 服务或其它形式同其它 Agent 通信。

(4)消息解析器是一个对消息进行解包和打包的软件组件。对应每一类消息描述模式，都有一个相应的模式解析引

擎。这些引擎都挂接在一个线性的软件总线上，针对不同的消息模式，调用不同的消息模式解析引擎。

2.2 业务控制模型

业务控制模型主要是一个 ERP 业务配置、管理和调度的软件组件，是一个图结构的控制器。业务控制模型具体结构如图 2 所示。

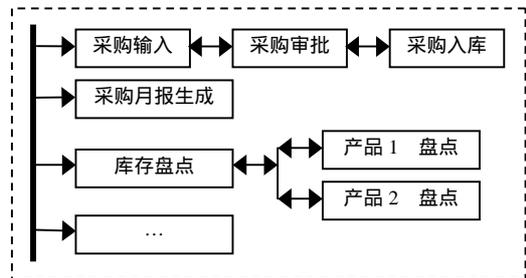


图 2 业务控制模型结构示意图

业务是由业务模式所描述的，包含业务的操作表单、表单实例、显示模式、处理方式、经办人、流转的条件等，可以采用模式描述语言如 UML 或 XML 语言等实现。它是业务 Agent 的控制中心，只负责对业务流程的配置和管理，不包括对业务流程的解析和实现。其具有以下特点：支持多人办理，支持“回退功能”，支持顺序、分支、循环、条件等多种方式的流程步骤跳转，支持多级嵌套子流程和支持业务表单的版本控制。

2.3 界面处理模型

界面处理模型用来解析和显示各种业务表单的内容，是在用户面前用来与用户进行交互的应用程序的外观。在界面处理模型中，由显示模式集合、显示模式解析引擎集合和数据消息发送器 3 个部分组成。

(1)显示模式集合。显示视图是用来向用户显示各种业务表单的内容的应用程序的外观，可以理解为 HTML 页面，当然也可以是 JSP、XML 或 XSL 等。不同的显示视图可以用不同的显示模式来描述，对于同一个业务流程可能会由于处理结构的不同而使用不同的显示模式(如显示输入模式、显示修改模式、显示只读模式、显示审批模式等)。将不同的显示模式存储于一个控制列表中，这样就可以在不同的情况下对不同的业务和不同的操作配置不同的显示方式。

(2)显示模式解析引擎集合。当显示模式采用不同的描述方式时，为了正确地显示业务表单，就需要不同的显示模式解析引擎对显示模式进行解析。如对于 HTML 显示模式需要采用 HTML 解析引擎，而对于 XML 显示模式需要采用 XML 解析引擎等。

(3)数据消息发送器。当用户需要从当前的显示视图中启动一个新的业务时，则数据消息发送器会捕获这种请求，并将其转换成 Agent 消息发送到消息处理模型，启动新的业务；如果当前的显示视图是某个业务流的一部分，则数据消息发送器只是用来搜集数据，并将其传递给工作流模型中相应的工作流引擎，继续该业务流的运行。

界面处理模型只是用来搜集数据和显示来源于工作流模型的各种业务表单，它将用户的请求转交给消息处理模型或工作流模型，而不参与模型中业务流程的处理。

2.4 工作流模型

工作流模型是业务 Agent 的业务处理中心，用来完成业务 Agent 的主要功能。该模型接收来自业务控制模型的各种

业务流程，包括用户启动的业务、其它 Agent 请求的业务以及业务 Agent 本身需要的系统业务等，然后对该业务流程进行处理，并将结果反馈给用户或其它 Agent。具体来说， workflow 模型主要完成以下一些功能：

(1)该模型接收来自业务控制模型的各种业务流程，完成流程中的各个业务处理。

(2)解析业务流程，获取各业务所需要的业务表单信息和流程跳转信息。

(3)根据业务表单信息调用数据处理模型获取相关的业务表单数据。

(4)根据业务模式所描述的处理方式对业务表单数据进行处理，如计算、分类等。

(5)根据需要调用界面处理模型，将业务表单显示给用户；或调用数据处理模型结果，写入系统环境或反馈给业务控制模型以调用消息处理模型，将结果以 Agent 消息的形式发送给其它的 Agent。

在 workflow 模型的整个工作过程中，其所进行的操作相对于其它模型来说是黑箱操作，它封装了业务流程的数据和状态，状态通过自业务控制模型提供调用和操作信息给 workflow 模型，数据是界面处理模型中向用户展现的内容或写入系统环境的内容。

2.5 数据处理模型

数据处理模型主要完成 3 大功能，即数据的存储、数据的获取和对公共数据黑板中数据异动的探测，以向消息处理模型发送数据异动消息。这里数据指的是保证业务 Agent 正常工作的各种数据，如消息模式数据、显示模式数据、业务表单数据、业务模式数据、业务流模式数据等。在数据处理的实现上，可以采用不同的实现方式，如采用 ODBC 数据总线或 JDBC 数据总线等，当然也可以采用 EJB 等对象组件来进行数据的存储、数据的获取和对公共数据黑板中数据异动的探测。在该模型中，有 3 个组成部分，即数据获取组件、数据存储组件以及公共数据异动探测组件。

(1)数据获取组件：解析各种数据模式，获取相关的模式中所需要的各个属性-值对，并按数据模式的格式打包，提交给相关的模型。

(2)数据存储组件：解析各种数据模式，对模式进行解包，获取相关的模式中的各个属性-值对，并按数据存储的要求对数据进行存储。

(3)公共数据异动探测组件：由一系列数据异动模式和相关的引擎组成，每一种模式探测一类数据异动；根据异动模式引擎对探测到的移动进行打包，以数据异动的消息发送给消息处理模型。

3 ERP 系统中基于模型的业务 Agent 的工作事例

这里以采购订单的审批业务为例来说明 ERP 系统中基于模型的业务 Agent 是如何工作的。业务过程如下：

(1)采购员-向系统提出采购请求-系统显示采购订单-采购员填写采购明细-提交审核；

(2)采购经理-向系统提出采购审核请求-系统显示采购订单-采购经理填写审核意见-提交；

(3)数据处理模型-探测到采购审核异动-向消息处理模型发送数据异动消息-通知采购员。

在基于模型的业务 Agent 工作中，该过程包含如图 3 所示的 3 个串行业务构成的一个业务流程。

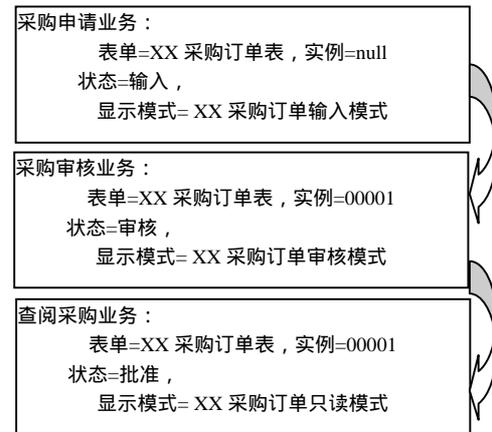


图 3 业务控制模型结构示意图

业务控制模型在接收到采购消息后，选择如图 3 所示的由业务模式所定义的业务流程并传递给 workflow 模型，workflow 模型根据 3 种不同的业务及其所定义的业务表单和相关的表单实例进行解析，调用数据处理模型获取相关的数据，再根据各业务模式所选择的显示模式，调用界面处理模型进行相关的显示。各个业务之间的跳转关系是通过“XX 采购订单”的“实例”和“状态”来进行的。在这个事例中，如果这 3 个业务是采用被动的方式进行的，即由相关的用户(采购员或采购经理)点击界面进行列表再处理的话，可以把它们作为并行的彼此无关的业务来处理，不过这样一来，同经过数据处理模型探测到采购审核异动即时通知的方式相比，缺乏了处理的及时性，会造成对紧急采购的拖延。

4 结束语

总之，随着面向模型的开发技术和 Agent 技术的不断发展和成熟，模型技术和 Agent 技术将逐步在 ERP 系统的开发与实施中得到广泛的应用。本文介绍的 EPR 系统中基于模型的业务 Agent 的组织设计，为快速解决异构下的 ERP 系统的开发与集成、扩展与部署的问题，提供了一条新的思路。

参考文献

- 1 杨红颖, 王向阳, 赵 红. 一种基于多 Agent 的远程教学模型框架 [J/OL]. 2005. <http://www.open.edu.cn/ycjy/jishu.php?id=118>.
- 2 廉师友. 人工智能技术导论(第 2 版)[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002: 247-251.
- 3 张书奎. 基于多 Agent 的虚拟企业 workflow 管理[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(1): 77-80.
- 4 Frankl S, Graesser A. Open Agent Architecture: Technical White Paper[EB/OL]. 2005. <http://www.ai.sri.com/~oaa/>.
- 5 OMG. MDA Guide Version 1.0.1[EB/OL]. 2003. <http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf>.
- 6 Soley R. Model Driven Architecture[EB/OL]. 2000. <ftp://ftp.omg.org/pub/docs/omg/00-11-05.pdf>.