

基于 multi-agent 的第四方物流信息 平台结构模型的研究*

葛世伦, 聂冬芹

(江苏科技大学 经济管理学院, 江苏 镇江 212003)

摘要: 第三方物流为单个企业带来了物流效益,却不能很好地提高供应链上整体的物流增值价值,在此背景下,第四方物流技术应运而生,它集成了第三方物流的优势并补充了其缺陷。建立的第四方物流信息平台集成了多种服务供应商所拥有的资源、能力和技术,运用 multi-agent 和 AUML 建模方法对该平台进行分析与简要设计,通过角色建模、静态建模、动态建模来分析平台结构,借助 AUML 图来完成建模的图形化设计,最终实现整个供应链上最佳物流方案的制定。

关键词: 第四方物流; multi-agent; 第四方物流信息平台; AUML 建模方法

中图分类号: TP315 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2012)02-0575-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.02.046

Research on fourth party logistics information plat structure model based on multi-agent technology

GE Shi-lun, NIE Dong-qin

(School of Economics & Management, Jiangsu University of Science & Technology, Zhenjiang Jiangsu 212003, China)

Abstract: Third party logistics can make contributions to single enterprise, but it can't reinforce the whole supply-chain's increment, therefore, fourth party logistics technology emerges spontaneously. It integrated the advantages of third party logistics, and made up the shortages. The fourth party logistics information plat several resources, capabilities and techniques of various service providers on supply-chain combined into. The study emphasized on analyzing and designing such information plat structure established by using multi-agent and AUML, together with role models, static models and dynamic models in details. That was to say, fourth party logistics information plat was built by using extended UML diagrams which was called AUML to demonstrate its graphic depictions with contribution to constitute the best logistics scheme of the overall supply-chain.

Key words: fourth party logistics; multi-agent; fourth party logistics information plat; AUML modeling method

0 引言

随着 IT 技术的进步、物流理论的日渐成熟以及社会资源竞争的激烈,制造商或分销商等企业将其非核心业务外包给专业的物流公司来运营,物流企业不断向信息化、集成化、专业化、一体化方向转变。第三方物流对于降低单个企业的库存成本、提高物流效益等方面已取得显著的成效,但要求其更好地整合供应链上整体社会资源的能力和技术就显得力不从心,面对服务需求方的多样化和复杂性的需求不能提出一个综合性供应链解决方案^[1]。在此背景下,第四方物流(4PL)正渗透入物流行业,成为当下学者们的研究热点。

Agent 技术目前在计算机软件的各个方面发挥着愈来愈重要的作用,是计算机技术的一个重要研究方向^[2]。单个的 agent 功能有限,常常不能完成复杂的操作,需要借助其他 agent 并与之交互协作达到目标。基于 multi-agent 技术的系统拥有良好的协作性、高度的开放性、广泛的适应性、简单的设计性、快速的反应性以及易重构性等特点,适合复杂系统的建模与求解,已被引入到物流领域的多个环节^[2],4PL 信息平台是一个复杂的物流系统,因此多 agent 技术能够满足该信息平台的搭

建要求。本文在介绍了 agent 概念的基础上,探讨将 multi-agent 技术应用于 4PL 信息平台结构模型构建中,并运用 AUML 建模方法实现第四方物流系统的分析与设计过程,初步完成第四方物流信息平台结构模型。

1 第四方物流概述

1.1 第四方物流概念

第四方物流(fourth party logistics, 4PL)是美国埃森哲咨询公司于 1998 年率先提出并注册了商标,对 4PL 的定义为:第四方物流供应商是一个供应链的集成商,它对公司内部和具有互补性的服务供应商所拥有的不同资源、能力和技术进行整合和管理,提供一整套供应链解决方案^[3,4]。与第一、二、三方物流相比,第四方物流的特点是不投入任何的固定资产,自身也没有实际的物流配送能力,而是对买卖双方、3PL 供应商的物流配送能力、咨询管理公司的组织变革和协调控制等能力、IT 技术提供商的物流系统管理技术等内外部资源进行调配与管理,选取供应链上最佳的资源为客户解决问题,最终提供一个综合性供应链解决方案,最大化地满足服务需求方的多样化要求。

收稿日期: 2011-08-10; **修回日期:** 2011-09-22 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(70971056)

作者简介: 葛世伦(1963-),男,江苏镇江人,教授,博导,博士,主要研究方向为企业建模、企业信息管理等;聂冬芹(1986-),女,江苏镇江人,硕士研究生,主要研究方向为信息管理与信息系统(niedongqin 123@126.com)。

1.2 构建第四方物流信息平台的必要性

实施第四方物流并高效率地整合社会物流资源,需要构建与维护一个信息平台,联盟 3PL 服务供应商、IT 技术企业、咨询管理公司、客户以及其他增值服务供应商等节点企业,实现分布式、异构系统等的数据耦合与匹配,达到随时交换、更新、共享信息的目的,实现物流、信息流、资金流的统一。该平台对于第四方物流整合社会物流资源,提供最佳的供应链解决方案的重要作用主要体现在以下几个方面:

- a) 能够实现对供应链上物流网络成员的实时信息的共享、管理和控制;
- b) 能够对物流供应链上的成员进行统一指挥和调度,实现成员之间物流资源的整合利用,达到多赢的局面;
- c) 能够对物流运行状态进行实时监控,保证物流的畅通运行;
- d) 实现客户企业与物流供应链上成员企业的无缝化数据对接;
- e) 通过平台实现社会物流资源的集成,在公平的招标投标竞争等体制下,各网络成员间合作与竞争有序,不断挖掘各自的潜在能力,提升需求服务性指标。

2 agent 技术简介

2.1 agent 含义及特征

Agent 最初源于人工智能领域,该学科的研究者们倾向于 agent 是智能体。由于概念的抽象性,目前关于 agent 没有一个标准的解释,学者们从不同的角度出发,较权威的有 Woolder 和 Jennings 描述的弱概念和强概念两种观点。弱概念在主流计算中比较流行,认为 agent 类似于 UNIX 进程,用以说明最一般的软/硬件系统,具有自治、社交、反应和预动等属性;强概念在人工智能领域中常见,认为除了具有上面提到的所有属性外,还可以被概念化或模型化,具有人类的特征,拥有如知识、信念、目的和义务等思维概念^[5]。Agent 可以表示一个人、一个机器、一个硬件设备乃至一个软件系统,因此可以将 agent 看做是一个具有自治能力,能感知和影响其环境,能够自主运行,并且通过与其他 agent 的交互来完成工作目标的对象实体。Agent 的基本特征如表 1 所示。

表 1 agent 的基本特征

特征	定义
自主性	agent 具有属于其自身的计算资源和行为控制机制,能够在没有外界直接操纵的情况下,根据其内部状态和感知到的环境信息,决定和控制自身的行为
反应性	agent 能感知其所在的环境,对环境(可能是用户、程序、其他 agent 或以上的组合)的改变及时地作出反应
交互性	agent 能够与其他 agent,用 agent 通信语言实施灵活多样的交互,有效地进行协同工作
主动性	agent 能够遵循承诺采取主动行动,表现出面向目标的行为
通信性	agent 之间能够进行信息交换,通信保证了 agent 之间的相互交流,又不影响 agent 的独立性,并且有助于提高 agent 的内聚力,防止相互之间的藕合
移动性	移动性只是一部分 agent 的特征,指 agent 可以在任何状态下(包括在运行过程中)从一个节点移到一个新的节点上,并维持原有的运行状态

2.2 agent 与 object 的异同

Agent 是一个物理的或高度抽象的实体,是 object 的延伸和进化。面向 agent 分析方法的基本思想是以类的形式进行描述,借鉴比较成熟的面向对象分析技术,以此进行扩展和调整。Agent 与 object 两者有相同点,都可以看做是一个抽象实

体,封装了某些状态,在这些状态下可执行一些动作和方法,通过信息传递进行通信,但 agent 又与 object 存在明显的区别:

a) 行为粒度方面。Object 描述的行为粒度比较细,对象之间通过直接调用方法实现通信,处于语法级;agent 通过粗粒度的抽象和高级交互来描述系统的行为,在对消息加以区分和类型化的基础上,使用发布性的 agent 通信语言(如 ACL)和比较复杂的协议(如 KQML)进行通信,处于知识级^[6]。

b) 状态表达方面。Object 封装的是一组属性和操作,它们可以是内部私有、被保护与公开,其他 object 通过公共可访问的方法进行直接性操作,实现彼此间的通信;agent 包含了状态、属性和方法的抽象,面向 agent 的状态是精神状态或思维状态,用它所知道的(如信念)和它当前所追求的(如期望)等要素表示,它的行为可以描述为信念—期望—意图(belief-desire-intention)。Agent 除了唯一标志符外,没有公开的属性,无法直接操作其他 agent 的状态,但可以在所处的环境内通过消息通信来影响它们。

c) 行为决定权方面。Agent 不仅封装了数据和方法,还封装了对自身行为的控制机制,能够根据环境和消息自主决定是否接收其他 agent 的请求去完成一个动作或目标,它有说“Yes”或“No”的权利;而 object 不存在对行为选择的封装,执行动作的决定权完全在于对它的调用方法的 object 上,它是被动的,方法执行的结果也是可以确定的。Object 缺乏 agent 的自治性和主动性等属性,不具有预动行为。

2.3 多 agent 系统及 AUML 建模技术

4PL 信息平台是一个复杂的开放式与分布式系统,具有自治、异构、动态、交互性等特点,agent 的潜在灵活性则表明了 agent 技术能为这类系统的现实应用提供一个优秀的解决方案基础。由于系统强调交互性,本文的研究兴趣点自然从单一的 agent 转向了多 agent 系统技术。多 agent 系统(multi-agent system, MAS)是由一组拥有自治性、社会性、交互性等属性的多个 agent 形成的松散耦合的网络结构,结合模块化思想,通过彼此间协调完成某些任务或达到某些目标而构成的系统。Multi-agent 所拥有的这些特性能清晰地表达出第四方物流信息平台的需求。其中 AUML(agent united modeling language, agent 统一建模语言)是一种受到广泛关注的扩展 UML 的多 agent 系统建模方法,它是 FIPA 与 OMG 合作研究提出来的,它不是照搬 UML 的描绘方法,而是采用特定的 agent 特征来对 UML 的原型和轮廓进行继承和扩展^[7]。

本文采用的 AUML 建模方法是以客户需求为驱动,基于组织及其角色之间动态行为为描述内容, AUML 建模的一般过程如图 1 所示,按照“自顶向下、先静后动、由粗到细”的迭代过程为原则完成 4PL 信息平台的分析与设计。

3 多 agent 下的第四方物流信息平台需求分析

第四方物流信息平台充分利用一批服务提供商的能力,如第三方物流、信息技术供应商、管理咨询服务商、呼叫中心和电信增值服务商等,以及客户和第四方物流自身的优势,集成供应链技术、外包能力、多供应商管理能力、多客户管理能力等,通过整合与分配整个供应链上的可利用资源来为客户评估、设计、制定和运作全面的供应链解决方案,同时可以为物流企业寻找散落的服务需求方,使快捷、高质量、低成本的物流服务得以实现,最终满足企业和客户的复杂而独特的需求。

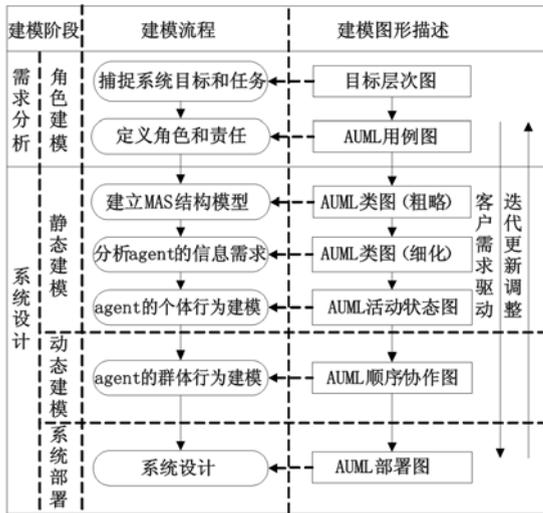


图1 MAS环境下基于AUML建模方法的信息平台分析与设计过程

3.1 定义 4PL 信息系统的角色

根据供应链理论和比较成熟的第三方物流技术,可以了解到第四方物流信息系统的主要业务流程:第四方物流是该信息平台的核心主体,当它接收到客户的订单时,审核订单内容并据此到资源管理库中查看有无满足要求的采购供应商、有无满足要求的路径配置、有无满足要求的 3PL 供应商、有无满足要求的运输工具,对这些要素进行可行性和效益综合分析,若不能接受则拒绝此订单。接收订单后则进行优化决策与实施工作,按照一定的优化决策算法优化配送路径、优化运输工具、进行 3PL 供应商评价及选择,再次评估综合效益是否可行,不满意时继续进行优化抉择,直到可行时回复客户承接此业务。选择最优的采购供应商,并下达 3PL 作业指令,由 3PL 和上游供应商执行,客户和 4PL 实时查询、跟踪执行情况,并与财务部门做好接口,下达应付款指令和应收款指令,最后以客户确认收货为任务结束标志。

从业务流程过程来看,该信息平台可分解出如下子目标:
a) 确认客户订单;b) 优化配送路径;c) 选择最佳 3PL 供应商;d) 下达物流作业指令;e) 客户确认收货。涉及的组织结构有:4PL 供应商、客户、采购中心供应商、3PL 供应商、财务部门,此外还包括系统的辅助主体:IT 技术中心、管理咨询服务供应商、行业协会等。角色是对系统目标和组织结构的映射与抽象,明确了各自相应的责任和权利,实现系统的一个或多个目标,对第四方物流信息平台的分析后,可抽象得出本平台的角色,记为 4PL、Cus、Sup、3PL、FD、IT-C、C-C、Guild,具体描述如表 2 所示。

表 2 系统角色定义与说明

角色名	角色说明	责任和权力
4PL	第四方物流供应商	3PL 和客户会员注册、下载客户订单、承接订单、优化物流方案、下达任务指令、发布更新状态信息、分类管理交易信息
Cus	客户需求方 (customer)	提交订单、签订任务单(合同)、查询跟踪任务进度、接收货物、缴纳应付款
Sup	采购中心供应商 (supplier)	为客户提供货物、追加销售动态、更新库存状态
3PL	第三方物流供应商	查看 4PL 下达的任务、提供运输载体、货物配送、动态更新任务状态、动态更新物流信息
FD	财务部门 (financial department)	审核财务、支付应付款、接收应收款、记录资金流动

续表 2

角色名	角色说明	责任和权力
IT-C	IT 技术中心 (IT center)	信息系统的设计开发、电子企业入口、电子供应链管理、供应链集成与应用
C-C	管理咨询服务供应商 (counseling center)	组织变革管理、流程再造创新、供应链功能优化
Guild	行业协会	制定管理标准、监督并管理任务执行情况

3.2 建立 4PL 信息系统的用例模型

AUML 用例图与 UML 用例图有所不同,它取消了系统边界,参与者对应系统中的角色,用例对应角色中的责任,责任的特性或约束等完整性描述还可用来补充说明用例。本文中暂先考虑前五种主要角色以及各角色之间的依赖关系如图 2 所示。

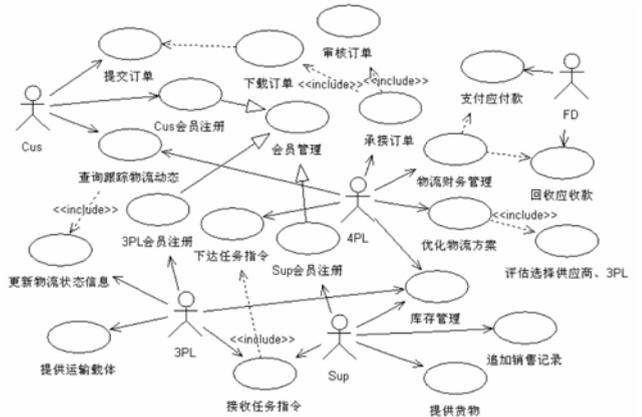


图2 4PL信息平台的角色模型

4 多 agent 下的第四方物流信息平台系统设计

4.1 构建 4PL 信息平台的 agent 类型及类图

根据分析阶段的角色来创建 4PL 信息平台的 agent 类,一个 agent 对应一个或多个角色,一个角色也可由一个或多个 agent 描述。将角色模型中的组合角色映射到具体的 agent 类上,用例映射到 agent 类的责任。Agent 类不同于 UML 类,agent 类除了拥有对象类的属性和方法外还有自己的状态以及内部的四部分组成:责任、知识、动作和协议。Agent 类之间的关联连线上可以挂有 agent 类之间传递的消息类。图 3 简略描述了 4PL 信息平台中角色与 agent 类之间的映射关系,系统整个 agent 模型主要包括 4PL agent、Cus agent、Sup agent、3PL agent、FD agent,其中 4PL 角色对应的 agent 类型有订单 agent、任务 agent、门户管理 agent、评估决策 agent、财务 agent;Cus 角色对应的 agent 类型有订单 agent、门户管理 agent;Sup 角色对应的 agent 类型有门户管理 agent、库存 agent、销售 agent;3PL 角色对应的 agent 类型有门户管理 agent、任务 agent、物流配送 agent、库存 agent;FD 角色对应的 agent 类型有财务 agent。图 4 给出了简略的信息平台的 agent 模型类图以及它们之间的关联,重点描述了各类的责任、知识、协议和动作内容,描述了 4PL 平台内各 agent 之间所触发的静态行为。

4.2 Multi-agent 下 4PL 信息系统交互行为

使用扩展的 UML 顺序图表示 agent 之间的动态交互行为,说明 agent 之间传递的消息序列,AUML 顺序图同样也强调了消息交互的时间性,AUML 顺序图中的 agent 与 UML 顺序图中的 object 不同,它有处理复杂事件的能力,可以对多个消息或事件的并发处理能力,因此需要扩展 UML 顺序图来满足

AUML 顺序图的并发机制,增加了三种多线程并发支持连接:AND 并发、OR 并发、XOR 并发。AND 并发也称做“与”,说明消息同时并行发出,用一条垂直线表示;OR 并发可称做“或”,说明要么没有选择消息,要么选择多条,用菱形表示;XOR 并发称做“异或”,说明只能选择一个消息,用十字交叉的菱形表示。根据 4PL 信息平台业务功能的逻辑关系,具体的 4PL 信息系统交互行为如图 5 所示。

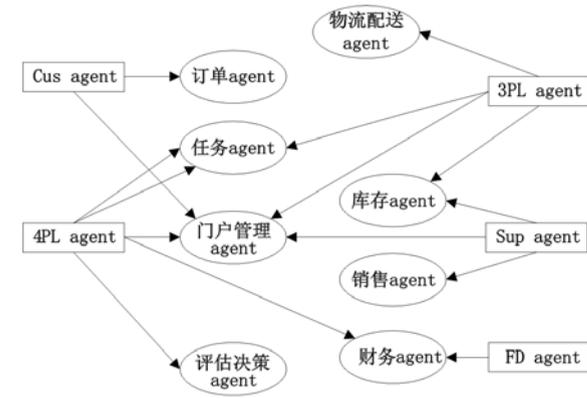


图3 角色到agent类的映射关系图



图4 4PL信息平台agent模型类图

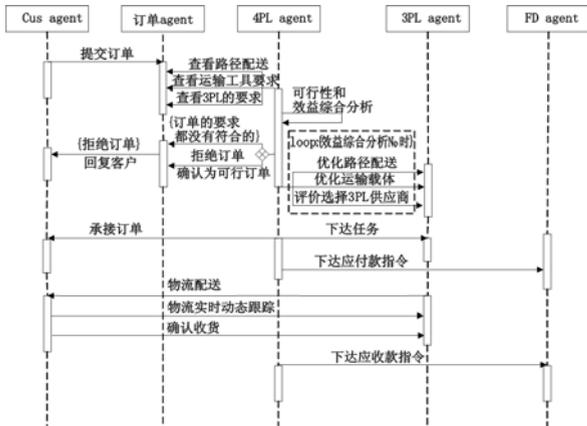


图5 4PL信息系统交互行为图

4.3 4PL 信息系统的结构模型

根据第四方物流信息系统和多 agent 技术特点,建立了基于 multi-agent 的第四方物流信息平台结构模型(图 6),从用户层、集成层、业务层、服务层、基础层这五个层面兼多 agent 结构中体现出来,整理了系统所需要的软/硬件及业务功能资源,这是一个复杂的分布式异构系统,涉及的 agent 结构比较多,下面描述小部分 agent 的内容。

a) 用户 agent。它派生出 4PL agent、3PL agent、Cus agent、Guild agent 等类,主要是对第四方物流信息平台使用者进行管理,对他们的身份进行合法性认证,能够及时将各自的资源信

息发布到平台上,便于整体供应链上资源的利用调和协调。

b) 订单 agent。这是第四方物流业务正常运转的开端,订单 agent 涉及系统中 Cus、4PL、Sup、3PL 等角色,是彼此沟通交互的纽带,客户下达订单,4PL 根据 Sup、3PL 的情况审核订单,判断是否承接该订单,并且给客户一个反馈。

c) 评价优化 agent。4PL agent 承接下订单后,对路径配置、运输工具进行优化,落实到对 3PL、Sup 进行评估选择,给出一个决策方案并反馈给客户。

d) 财务 agent。财务 agent 记录着供应链中物流信息平台的资金流向,掌管着系统中每个角色的资金交易情况,在 4PL 及相关机构的监督管理下完成应付款和应收款任务,不断节约成本,提高效率,保证整个的第四方物流运转顺畅。

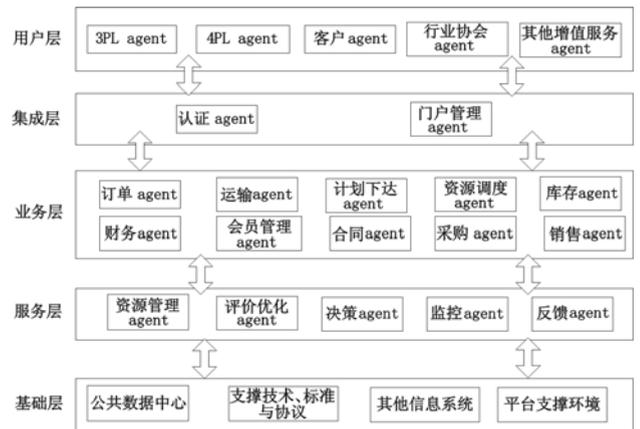


图6 基于multi-agent的第四方物流信息平台结构模型

5 结束语

本文采用 AUML 建模技术对第四方物流信息平台基于 multi-agent 理论进行结构模型的研究,简要介绍了 agent 相关技术的基本概念,从系统需求分析、动静态模型角度进行信息平台的分析与设计,并运用 AUML 中的用例图、类图、顺序图等图形化描述方法表达系统构建思想,阐明了第四方物流的业务流程。该建模方法具有一定的通用性,对后续的信息系统平台进一步的细化设计与实现工作有一定的参考价值,希望对第四方物流信息平台的深入设计应用带来效益,提升供应链管理价值,给企业采购全球化、资源配置全球化、生产全球化和市场全球化的全球供应链带来深刻的影响,从而提高物流行业的创新能力。

参考文献:

- [1] 徐金发,徐建新.利用第四方物流创新供应链管理[J].国际贸易问题,2003(7):56-59.
- [2] 鲍晓明,张永昌.基于 agent 的企业物流调度系统的研究[J].科技信息,2009(7):773-774.
- [3] GATTORNA J. Strategic supply chain alignment[M]. 6th ed. Aldershot, Hants, England: Gower Pub Co., 1998:45-60.
- [4] 李秀,应维云,刘文煌,等.第四方物流的体系结构和运作模式研究[J].计算机集成制造,2004,10(10):1233-1237.
- [5] 薛霄.面向 agent 的软件设计开发方法[M].北京:电子工业出版社,2009:12-14,205.
- [6] 张欧亚,佟明安.基于 AUML 的面向 agent 分析方法及其应用[J].计算机工程与应用,2007,43(2):244-248.
- [7] 李阳,赵保军,武昌.基于 AUML 的装备维修保障系统建模[J].火力与指挥控制,2010,35(4):58-61.
- [8] 王志华.电子商务环境下基于供应链管理的第四方物流信息系统研究[D].南京:东南大学,2004.