

摘 要

随着传统营销渠道竞争的白炽化、网上购物环境的成熟，网上购物市场规模正在飞速增长。网络分销渠道已经成为众多传统企业整体营销渠道战略部署中的一粒重要的棋子。传统企业进军B2C电子商务是基于现有业务模式的一个延伸，有线下业务、品牌、渠道、顾客等多方面资源的支持，这是一种十分稳健的电子商务模式。

在企业的B2C电子商务运作中，70%以上的业务工作都是由两个或两个以上的员工共同参与协作来完成的，这一系列相关的活动以及活动按照一定规则的变化过程就构成了业务流程。在企业的商业活动中，特别是在电子商务中，能否最快地对客户需求做出反应，在市场需求变化时对商务流程做出及时的调整，是一个企业立于不败之地的重要因素。采用 workflow 管理技术，通过过程建模和过程管理技术开发的企业电子商务系统能迅速实现企业业务重组，使电子商务活动以信息流为基础，全面提高协作能力，有效整合企业信息资源。

除了提供过硬的产品质量外，个性化智能化服务也是一个吸引顾客的营销手段。传统网上购物只是简单的陈列商品，缺乏个性化智能化的服务，不能吸引众多的潜在客户；随着网络交易量的日益增大，如何减少管理员的工作量，使网上交易带有更多的智能性，也是网上购物面临的问题，而Agent技术的发展为实现这个目标提供了良好的基础。

本文的主要研究工作如下：

- 1) 对 workflow 技术、模型驱动开发技术以及智能 Agent 技术进行了研究。
- 2) 给出了一种基于 ECO 模型驱动的工作流实现方法，阐明了该方法的具体实现步骤，并实现了该方法在 B2C 网上商城系统中的应用。
- 3) 研究了面向 Agent 软件开发的形式化语言，并且将面向服务的概念应用于 Agent 的架构上来。
- 4) 针对现有购物系统的缺陷，研究设计了基于 Multi-Agent 的智能网上购物系统，对各个 Agent 的功能以及它们之间的通信做出了说明。
- 5) 用 .NET 平台来开发基于 ASP.NET 的 B/S 系统的应用，实现了 B2C 网上商城系统的项目开发，论证了本文工作的可行性。

关键词：B2C 网上商城；工作流；ECO 模型驱动；智能 Agent；应用

Abstract

With the keen competition in traditional marketing channels and the fully-fledged environment in online shopping, the online shopping market is rapidly growing. Network distribution channels have become a very important part in many traditional enterprises' overall strategic plan for marketing channels. Traditional enterprises' developing the B2C e-commerce is an extension for the existed business mode, and this is a very robust e-commerce mode because it has many supporting resources such as business offline, brands, channels, customers and so on.

More than 70 percents of business are completed by two or more employees' cooperation in the enterprise's B2C e-commercial activities. This series of related activities and the change process of these activities in accordance with certain rules constitute the business processes. In enterprises' commercial activities especially in e-commerce, to be quickly respond to customer's demand and to make timely adjustments for the business process according to the market demands' changes is an important factor for a successful enterprise. By using the workflow management technology, the e-commerce system developed through process modeling and process management technology can rapidly realize the business process reorganization, and make the e-commerce activities run based on information flow, and totally strengthen the cooperation ability and effectively integrate corporate's information resources.

In addition to providing excellent product quality, personalized and intelligent service is also an important marketing way to attract customers. In traditional online shop the commodities are just exhibited simply, which is not able to attract large number of potential customers for lack of personalized and intelligent service. At the same time, with the increasingly accumulated network trading volume, how to reduce the workload of managers and make the trade online be more intelligent is also a question appearing in shopping online. And the development of Agent technology provides a good foundation for solving these questions.

The main research works are as follows:

1) Studied the work flow technology, model driven development technology and Intelligent Agent technology.

2) Proposed an implementing technology of workflow based on ECO model driven, and elaborated on the implementing technology, and applied the method in a B2C web-shop system.

3) Studied the formal language Agent-oriented software development, and applied the concept of service-oriented in architecture of Agent.

4) Studied and designed an intelligent web-shop system based on Multi-Agent against the deficiencies of existing web-shop system, and explained the functions of the various Agents and the communication between them.

5) Developed the B/S application based on ASP.NET through the .NET platform, and realized the project of B2C web-shop system, and demonstrated the feasibility of the work in this paper.

Keywords: B2C Web-Shop; Workflow; ECO Model Driven; Intelligent Agent; Application

独创性声明

本人声明，所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得武汉理工大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

签名：蔡林峰 日期：2008.5.15

关于论文使用授权的说明

本人完全了解武汉理工大学有关保留、使用学位论文的规定，即学校有权保留、送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

(保密的论文在解密后应遵守此规定)

签名：蔡林峰 导师签名：杨永军 日期：2008.5.15

第 1 章 绪论

1.1 引言

信息技术和网络技术的飞速发展，大大推动了企业的信息化进程，使信息的交换和处理变得异常简单和快捷，而且成本越来越低廉。从上个世纪末开始，以互联网和电子商务为代表的新经济，在美国正悄悄经历一个转型期，其最明显的特点就是新经济和传统经济的融合。通过互联网，生产者和消费者进行直接沟通和交易成为可能，企业不仅能够对顾客需求做出快速反应，还能使公司以低成本有效率的方式做到快速营销、快速生产、快速送货和快速服务，这也为传统生产企业进军 B2C 电子商务提供了理论和技术基础。

生产型企业进军 B2C 电子商务有四大核心优势：

(1) 货源供应优势。销售的产品来自企业的生产，根据企业的生产规模，在商品供应数量及品质上具有保证。

(2) 价格成本优势。消费者直接从生产企业购买商品，减少了中间许多转销环节，缩短了企业与消费者之间的交易距离，节省了中间消费，因此在价格上具有相当优势。

(3) 营销网点优势。传统生产企业在电子商务时代之前，已经具有了一套成功的行销网络，有相当规模的销售终端，进入 B2C 电子商务，由于其网点布局面广，供应链管理成熟，仓储及运送体系也相对完善，充分发挥这些优势，能为众多网络购物人群提供高效低成本的物流配送服务。

(4) 品牌及顾客群体优势。传统企业从事实业运营，从资金规模、品牌诚信、社会知名度方面拥有先天的优势。而且通过较长时间的运营和管理，积累了大量的客户数据，这些数据对拓展网上商城核心用户帮助巨大，而当传统企业进军 B2C 电子商务领域后，其推广和渗透都具有强大的线下品牌支持，相对而言，更容易突破诚信障碍，获得高速发展。

对生产企业而言，互联网为其与客户建立直接联系提供了独一无二的机会。一个生产企业开展 B2C 电子商务，要建立起自己的网站，网站要提供购物和业务处理的功能，要完成传统交易过程在电子商务中的实现，成功的关键是在于对

前端网站管理和后端基础设施即内部系统、应用软件和数据库的有机整合，这样才能形成一个无缝连接的接受订单和执行订单系统，向顾客实时展示其生产能力、库存情况和运输的有效性，进一步地，根据实时的供给和需求数据，企业可以及时调整价格，并优化促销价格和产品组合。

在企业的电子商务运作中，70%以上的业务工作都是由两个或两个以上的员工共同参与协作来完成的，这一系列相关的活动以及活动按照一定规则的变化过程就构成了业务流程，比如订单管理流程、行政申请流程、财务审批流程、人事处理流程及客户服务流程等。在企业的商业活动中，特别是在电子商务中，能否最快地对客户需求做出反应，在市场需求变化时对商务流程做出及时的调整，是一个企业立于不败之地的重要因素。采用工作流管理技术，通过过程建模和过程管理技术开发的企业电子商务系统能迅速实现企业业务重组，使电子商务活动以信息流为基础，全面提高协作能力，有效整合企业信息资源。^[1]

在企业端，优化企业电子商务业务处理流程可以提高企业的工作效率，而在客户端，除了强大的品牌效应外，增强客户购物体验也将是吸引客户进行网上购物的一个重要手段。传统的网上购物只是简单地将销售的产品陈列在网站上，而不能提供一个个性化的购物环境，比如符合客户个人喜好的“货架”等，个性化的服务是提高客户满意度的有效手段，客户满意是电子商务取得成功的根本因素，客户满意在很大程度上又取决于电子商务是否为客户所接受。电子商务虽然可以让顾客足不出户就可以购物，但是网上电子商务活动的量大商品数量多，顾客需要花费大量的时间在网上商场中浏览、挑选，这无疑会打消网上顾客的积极性，阻碍网上购物的发展。此外，电子商务活动的量大也使得网络管理员的工作量加大，难免会造成一些错误。为了解决以上问题，有必要将智能移动 Agent 应用到电子商务中，通过 Agent 的自主学习，获取客户的购物偏好和个性化信息，营造一个符合个人品位的购物环境，提升客户的购物体验；通过多 Agent 之间的协作，完成智能化的购物过程，减少管理人员的工作量，提高工作效率。

1.2 课题开发背景

本课题的开发背景是某著名酒厂 B2C 网上商城的软件开发项目。该酒厂已经在全国建立以特许经营专卖店为销售终端的分销网络，建立了营销体系：以

总部为中心，片区为分支，专卖店为终端的三级营销网络。并且开发了专卖店网络分销管理系统，建立了敏捷分销体系，解决了传统的专卖店管理方式上的问题，同时与已有的供应链系统进行有机的融合，为企业的 B2C 网上商城系统提供了基础平台。

生产型企业进军 B2C 电子商务有两大明显的特征：1)先有线下成熟的运营网络、仓储系统、供应链体系、物流配送体系，后有网上商城，充分利用营销网点、既有的仓储体系、供应链体系以及物流配送体系发展网上商城业务。2)先有品牌和众多的顾客，然后通过实业、品牌以及线下核心顾客的基础逐步拓展网上业务和顾客群体。

B2C 电子商务是以 Internet 为手段的商务贸易。目前 B2C 电子商务实现技术普遍采用的都是基于 WWW 技术的浏览器、Web 服务器和后台数据服务支撑的三层结构模型。在这种商务模式下，客户可以在网上实现商品查询、商品订购、电子支付等，企业则要完成客户订单的管理、商品信息管理、订单货款审核等一系列业务的处理。

企业在 B2C 电子商务中的业务处理是基于工作流的。国外现在有很多公司致力于开发商业化的工作流系统，一些著名的工作流领域软件商不断推出新的产品，如 IBM 的 holosoft 与 MQSeries 工作流，Fujitsu 的 I-Flow，BEA 的 WLI，SAP 的 NetWeaver，Sonic 的 Orchestration Server，Lotus 的基于 Linux 的 Domino Workflow 等。国内许多公司也在着力开发商业化的工作流系统，做的比较好的有西安协同数码股份有限公司的 SynchroFlow，杭州信雅达的 SunFlow，还有上海东兰的 DLFlo 等，都是国内比较著名的工作流软件开发公司。目前，商业开发的工作流管理系统种类繁多，相比之下，工作流技术在研究方面的进展要落后于商业应用。目前，国外许多科研机构和学校已经开展了很多相关的研究工作，也取得了不少研究成果。比较著名的有 IBM 公司 ALmaden 研究中心研究开发的分布式工作流管理系统 Exotica/FMQM，美国佐治亚大学计算机系研究开发的具有自适应性的工作流管理系统 Meteor，欧洲多机构合作开发的基于分布式主动数据库技术的 WDE 工作流系统，瑞士联邦银行和萨尔兰大学共同研究的基于状态和活动图的 Mentor 工作流系统，惠普实验室的 OpenPM 工作流系统，德国埃朗根大学的 MOBLE 工作流系统等。另外在该领域比较活跃的学者有 Wil van der Aalst 和 Michael zur Muehlen^[2]，他们在工作流理论研究方面都取得了不少成就。国内关于工作流方面的研究还处于起步阶段，当前在这方面研究比较

多的国内学者主要有清华大学的范玉顺、史美林等。此外，中科院、北京航空航天大学、浙江大学等高校及研究所也都在 workflow 技术方面展开了相应的研究。workflow 技术虽然取得了一定的成果，但还存在不少问题，在实现方面，安全性技术、信息处理技术、网络通信技术以及集成化技术都是今后研究的方向。

在传统的 B2C 电子商务中，网站只是将出售的商品简单的陈列出来，消费者面对泛滥的信息，要通过数次的点击才能选到自己满意的商品，这样会增加客户浏览的受挫感，根据一项研究表明，83%的在线顾客是因为浏览受挫以及缺乏互动性而离开网站，另据调查，73%的在线顾客称，如果需要点击两次或3次以上才能得到想要的资料时，他们就会离开这个生产企业的网站^[3]。信息社会快节奏的生活，客户要求 B2C 电子商务系统的网上购物实现个性化和智能化，而这是目前传统 B2C 电子商务技术所不能解决的。基于传统 B2C 电子商务技术的缺陷，将智能 Agent 技术应用于 B2C 网上购物中，实现网上购物的个性化、智能化，提高网上交易的效率，为电子商务的发展提供了更广阔的空间。目前，Agent 技术在电子商务领域的应用虽然还不很成熟，但国内外已有一些 Agent 技术应用的实例：例如国外的 Amazon 等网站利用 Agent 技术来实现合作筛选法，即将用户的购买习惯同其他消费者的购买倾向相比较后进行商品推荐。E-speak 是 HP 公司的基于 XML 的 Agent 软件，该软件可用来在网上以价格或者质量等优先考虑条件搜寻服务或者产品。IDC 提出了新一代电子商务平台的模型，其中涉及到“智能化”因素，也就是说新一代电子商务平台不仅要能够分析现有的市场条件，并且还要对行业产出、客户爱好等因素做出预测。CA 公司的电子商务平台 Jasmineii 就是以此为目标实现的一个产品^[4]。国内有很多机构也展开了将 Agent 技术引入到电子商务中的研究。比较典型的有南京大学计算机软件新技术国家重点实验室开发的基于智能移动 Agent 的电子市场空间模型——MABEMS^[5]，这一原型系统是在该实验室开发的智能移动 Agent 平台——Mogent 平台上实现的电子商务系统。

1.3 本文所做的工作

(1) 对 workflow 技术、模型驱动开发技术以及智能 Agent 技术进行了分析和研究。

(2) 提出了一种基于 ECO 模型驱动的工作流实现方法，阐明了该方法的

具体实现步骤，并实现了该方法在 B2C 网上商城系统中的应用。

(3) 研究了面向 Agent 软件开发的形式化语言，并且将面向服务的概念应用于 Agent 的架构上来。

(4) 针对现有购物系统的缺陷，研究设计了基于 Multi-Agent 的智能购物系统，对各个 Agent 的功能以及它们之间的通信做出了说明。

(5) 用 .NET 平台来开发基于 ASP.NET 的 B/S 系统的应用，实现了 B2C 网上商城系统的项目开发。

1.4 本文结构和组织

论文共分为五章，主要的内容概要如下：

第 1 章概述了本课题的背景和意义，简要的说明了论文所解决的问题和其创新之处。叙述了论文的组织结构。

第 2 章介绍本文所用到的一些理论与技术背景知识，包括 workflow 技术、模型驱动开发技术以及 Agent 技术。

第 3 章分析了内部业务管理平台与普通购物网站后台管理系统的区别，阐明了基于工作流的后台管理系统的益处，以及分析了系统的各个重要业务工作流程；分析了传统购物系统的不足之处，说明了智能 Agent 在网上购物系统中的作用。

第 4 章提出了一种基于 ECO 模型驱动的工作流实现方法，论述了它的实现步骤，实现了它在网上商城系统中的应用，讨论了基于 Multi-Agent 的智能购物系统的需求，描述了系统的内部结构以及工作流程，给出了系统的关键部件的实现，论述了基于 SOAP 消息机制的 Multi-Agent 间的通信技术，最后阐述了网上商城系统的软件结构。

第 5 章对所做工作进行总结，并对今后的工作给予期待和展望。

第 2 章 基础理论与技术

2.1 workflow 技术

workflow 起源于生产组织和办公自动化领域，它是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的一个概念。简单地说，workflow 就是一系列相互衔接、自动进行的业务活动或任务。一个 workflow 包括一组任务（或活动）及它们的相互顺序关系，还包括流程及任务（或活动）的启动和终止条件，以及对每个任务（或活动）的描述。

workflow 在大多数的实际应用中的情况可以这样来简单地描述：在网络、服务器和多台计算机客户端的硬件平台上，业务过程按照预先设定的规则并借助应用程序和人对相关数据的处理而完成。例如，在日常办公中，当撰写好某份报告之后，可能需要将其提交给领导进行审阅或批示，审批意见可能需要汇集并提交给另外一个人，以便对报告进行进一步的修改。这样，可能会形成同一篇文档在多个人之间的顺序或同时传递。对于这样的情况，我们可以使用 workflow 技术来控制和管理文档在各个计算机之间自动传递，而非手工传递，这就可以称之为 workflow。

workflow 管理的目的是通过将工作分解成定义良好的任务、角色，按照一定的规则和过程来执行这些任务并对它们进行监控，达到提高办事效率、降低生产成本、提高企业生产经营管理水平和企业竞争力的目的。自从进入工业化时代以来，有关过程的组织管理与流程的优化工作就一直在进行，这是企业管理的研究内容之一，只不过在没有计算机信息系统的支持以前，这些工作是由人工来完成的。在计算机网络技术和分布式数据库技术迅速发展、多机协同工作技术日臻成熟的基础上，于 20 世纪 80 年代中期发展起来的 workflow 技术为企业更好地实现这些经营目标提供了先进的手段。

workflow 管理技术的发展已经经过了概念阶段、试验阶段，1993 年 workflow 管理联盟(WfMC)的成立标志着 workflow 管理技术开始进入相对成熟的阶段。workflow 管理联盟实现了不同的 workflow 产品之间的集成和互操作，统一了 workflow 管理系统相关术语等^{[6][7]}。

2.1.1 工作流的基本概念

(1) 工作流 (Workflow)

工作流是从英文单词 Workflow 翻译而来的, 是由 work 和 flow 组合得到的单词。单词 work 表示工作或者任务, flow 则反映了一种变化以及变化的过程。因此, 用工作及工作之间变化的过程表示的业务流程就是工作流。并且不同的人对工作流的理解不同, 从专家角度讲, 工作流是从应用程序中提取控制使业务处理更灵活; 用户则认为, 工作流是一种实现电子文档从一地流向另一地的技术。

工作流管理联盟将工作流定义为: 全部或部分由计算机支持或自动处理的业务过程, 在此过程中, 文档、信息或者任务按照一定的过程规则流转, 实现组织成员间的协调工作以期达到整体的商务目标^[8]。

在国内, 较为权威的工作流定义为: 工作流是一种反应业务流程的计算机化的模型, 它是为了在先进计算机环境支持下实现业务过程集成与业务过程自动化而建立的、可由工作流管理系统执行的业务模型^[1]。

(2) 业务过程 (Business Process)

业务过程的定义: 一个业务过程是为了实现企业某个业务目标的一个过程, 它在部分或者全部组织机构和人员的参与下, 利用企业资源 (包括所需的处理设备、通讯设备、计算机硬件、软件等等), 按照预先确定的规则, 在参与者和组织机构之间进行文档、信息、任务的传递和处理(包括经营决策), 从而实现预定目标。

(3) 工作流管理系统 (Workflow Management System)

工作流管理系统是运行在一个或多个工作流引擎上的计算及应用系统, 它定义、创建工作流, 并管理着工作流的执行。

(4) 过程定义 (Process Definition)

使用一种或多种分析、建模和系统定义技术, 将业务过程从现实世界翻译成为一个形式化的、计算机可处理的定义, 即一个业务过程或流程的规格化描述, 结果可被称为过程模型、过程模板、过程元数据和流程定义、过程定义等。

(5) 过程实例 (Process Instance)

一个过程实例就是过程定义的一个运行实体。

(6) 活动 (Activity)

一个过程定义由多个活动组成，每个活动包括过程定义中的一部分逻辑的、自制的单元工作。一个活动代表一组需要由一些相关资源处理，或者由计算机应用程序处理的任任务。

一个活动可能是一个子 workflow，在这种情况下，活动相当于一个（单独定义的）过程定义的执行容器。一个活动可能被指定为一个循环，这时它作为一个控制活动来控制同一过程定义中的一组活动的重复执行，这种情况下，这组循环活动通过特殊的循环起始、终止变迁条件和这个控制（循环）活动相连接。空活动是什么也不做的活动，仅在活动转移中起路由作用。

活动相应于企业经营过程中的任务，主要反应完成企业经营过程需要执行哪些功能操作。

(7) 活动实例 (Activity Instance)

活动实例是实例化的过程活动，是过程中活动的一次执行。

(8) 变迁 (Transition)

活动之间通过变迁联系。每个变迁有 3 个基本的属性：前继 (from) 活动、后续 (to) 活动、变迁条件。从一个活动向另一个活动的变迁可以是条件的，也可以是无条件的。

(9) 角色 (Role)

角色属性主要包括角色名称、组织实体、角色的职责等。角色或组织实体决定了参与某个活动的人员或组织单元。它主要描述企业经营过程中参与操作的人员和组织单位。

上述概念在工作流管理系统中是相互联系的，图 2-1 示出了各 workflow 基本概念之间的联系^[9]。

2.1.2 工作流管理系统

工作流管理联盟对工作流管理系统的定义是：工作流管理系统是一个软件系统，它完成工作流的定义和管理，并按照计算机中预定义好的 workflow 逻辑推进 workflow 实例的执行。

工作流管理系统与 workflow 定义中活动的具体执行者交互，推进 workflow 实例的执行，并监控 workflow 运行的状态。它为企业中的业务系统提供了一个软件支持环境，不同的业务系统通过它集成在一起，共同完成企业中的经营过程。

现有的 workflow 系统的应用范围和实施方法上都有所不同，但是所有的工作

流系统都会对以下三个方面提供功能支持^[1]，如图 2-2 所示。

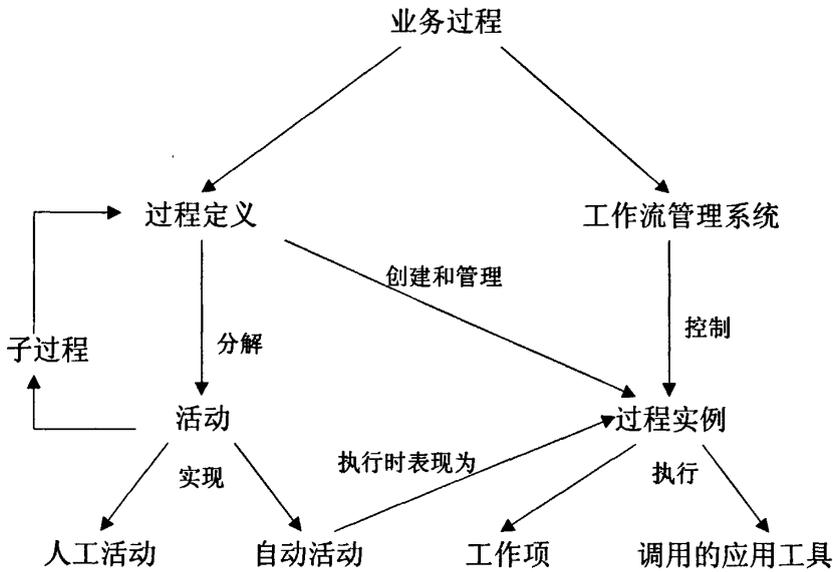


图 2-1 工作流基本概念之间的关系

(1) 建立阶段功能。对工作流过程和相关活动进行定义和建模。在这个阶段利用一个或者多个分析、建模和系统定义技术，把一个现实世界的经营过程转化成计算机可处理的形式化定义，所产生的定义被称为过程模型，也叫做过程模板或者过程定义。

(2) 运行阶段的控制功能。在一个给定的运行环境中，管理工作流过程的执行，对每个过程中的活动进行排序和调度。在这一阶段，workflow 管理系统对工作流模型实例化，并管理监控过程实例的运行。

(3) 运行阶段与外界的交互功能。在过程实例的运行阶段，workflow 管理系统要与具体执行活动的人员和计算机系统进行交互，传递活动的状态和数据。

2.1.3 工作流管理系统参考模型

为了实现不同的工作流产品之间的交互功能，1994 年 11 月，WfMC 提出了工作流管理系统的参考模型^[10]。如图 2-3 所示。在这个参考模型中，对工作流系统的相关概念给出了详细的描述，同时描述了组成工作流系统的六个功能模块的功能，以及各个功能模块之间的接口功能定义。

模型定义的六个功能模块分别是：

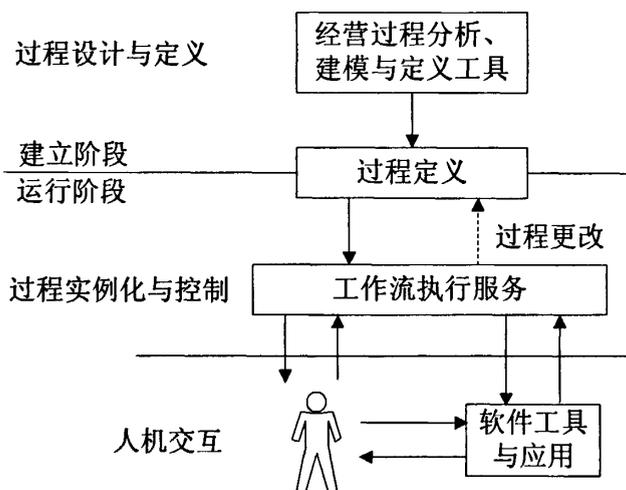


图 2-2 工作流系统的特性

(1) 过程定义工具。过程定义工具以计算机能处理的形式定义工作流过程模型。定义的内容包括过程的开始和结束条件、过程中所包含的活动。活动之间导航的规则、工作人员需要完成的任务、完成任务需要调用的应用程序、工作流相关数据的定义等信息，目的是为了较好地描述工作流模型中包含的各个对象、对象之间的关系以及对象的属性。过程定义工具输出的工作流应该能被工作流机解释并执行。

(2) 工作流执行服务和工作流机。工作流执行服务是整个工作流管理系统的核心，它负责将过程模型实例化，并管理、监控过程实例的运行。工作流执行服务包括一个或者多个工作流机（也称为工作流引擎），它提供了过程实例的执行环境，主要完成以下四项功能：

①实例化以及执行过程模型。解释过程模型中的定义，根据执行需要的初始条件和执行参数生成过程实例，运行过程实例，并管理过程的运行。

②为过程和活动的执行进行导航。根据过程定义和工作流相关数据，为过程实例进行导航。

③与外界资源交互完成各项活动。工作流活动可以由用户人工完成也可以由应用程序自动完成。工作流执行服务通过客户应用接口和直接调用接口分别与外界的用户和应用程序交互。

④维护工作流控制数据和工作流相关数据。工作流在执行过程中要维护不

同的过程和活动实例的内部状态信息以及用于协调和恢复的各种检查数据和恢复/重启信息，还包括用户传送的必要的相关数据。

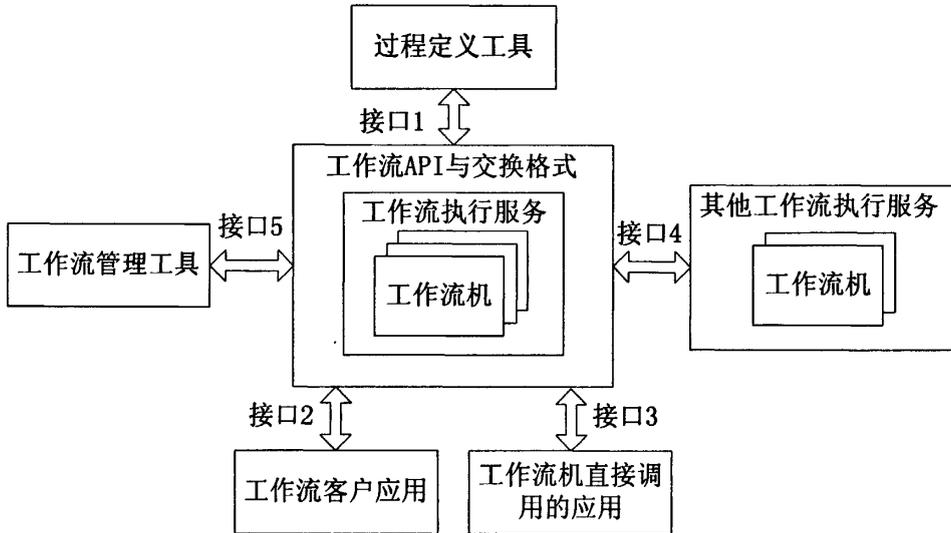


图 2-3 工作流参考模型

所谓工作流机就是一个为工作流实例的执行提供运行服务环境的软件模块。它主要提供以下功能：解释过程定义；控制过程实例的创建、激活、挂起、终止等；过程活动间的导航；提供支持用户操作的接口；维护工作流控制数据和工作流相关数据，把工作流相关数据传递给应用/用户，或者从应用/用户处取得工作流相关数据；提供一个用于激活外部应用程序和访问工作流相关的接口；控制、管理和审计记录的功能。

(3) 工作流客户应用。工作流客户端功能是指用户执行工作流管理系统分配任务的功能。它由工作流任务表管理器和用户操作共同完成。工作流任务表是指分配给用户处理的任务项组成的队列。工作流任务表管理器是一个负责管理工作流任务表，并与终端用户的操作进行交互的软件模块。

(4) 直接调用的应用。对于自动执行、不需要人员参与的活动，工作流机直接调用相关的应用程序。这些应用程序可以与工作流机位于同一台计算机上，也可以位于不同的计算机上。

(5) 其他的工作流执行服务。在大型的工作流管理系统中，工作流可能需要多个引擎共同完成，甚至需要其他异种的工作流执行服务来辅助完成，这涉及到工作流管理系统中各子系统之间的互联接口。

(6) workflow 管理与监控工具。在 workflow 系统的运行过程中，管理人员需要掌握 workflow 过程的执行情况，以便作出及时的处理。一个好的 workflow 管理与监控工具可以提高系统的可靠性和灵活性。

模型还提供了五类 workflow 应用编程接口 (WAPI):

接口 1: workflow 服务和 workflow 建模工具间接口，包括 workflow 模型的读写和解释操作。

接口 2: workflow 服务和客户应用之间的接口，约定所有客户方应用与 workflow 服务之间的功能操作方式。

接口 3: workflow 机和直接调用的应用程序之间的直接接口。

接口 4: workflow 管理系统之间的相互操作接口。

接口 5: workflow 服务和 workflow 管理工具之间的接口。

2.2 模型驱动架构

2.2.1 模型驱动架构的概念

模型驱动架构 (Model Driven Architecture, MDA) 是由对象管理组织 (Object Management Group, OMG) 所制定的一个开放和中立的应用架构标准，该标准分离业务逻辑和应用技术，使业务逻辑或应用技术的变化不影响应用架构，它将软件的业务逻辑和相关平台技术分割，开发人员可以将精力集中在业务逻辑的实现，实现了一种颗粒度更大的开发和重用技术——模型级的开发和重用，在最大程度上加快了软件的开发速度并增强了软件结构的稳定性。MDA 的核心是由一系列标准组件构成的，包括统一建模语言 (Unified Model Language, UML)、XML 元数据交换 (XML Meta-data Interchange) 等等。

下面介绍 MDA 包含的一些重要概念^[11]。

➤ 模型 (Model)

模型是对一个系统的描述或规范，以及为了某些目的形成的环境。MDA 中的模型通常是使用图形和一些辅助性的模型语言或自然语言文字来表述。

➤ 元模型 (Metamodel)

元模型是指描述特定模型语言的模型，它定义了一组相关模型的架构、语义和限制条件。简单的说，模型就是由元模型来描述的。

➤ 模型驱动 (Model Driven)

MDA 是使用所谓的模型驱动开发架构, 这是因为 MDA 提供了使用模型来直接引导理解系统、设计、建立、部署、运作、维护和修改系统的流程, 在整个开发流程中, 都是以模型来驱动的。

➤ 平台无关模型 (Platform Independent Model, PIM)

PIM 是指从平台无关的角度来观察系统。平台无关角度是指着眼于系统的运算功能而隐藏和任何特定平台相关的细节。平台无关角度显示了完整系统功能规格的部分功能, 而这些部分的功能并不会随着平台的不同而有所改变。

➤ 平台相关模型 (Platform Specific Model, PSM)

PSM 是指结合 PIM 以及指定系统如何使用特定平台的细节。PSM 偏向重视特定平台的必要信息, 例如 J2EE 平台、.NET 平台。此外, 不同的平台使用不同的通信协议、对象模型、程序语言、框架或函数库, 因此, PIM 的系统模型如何映射并结合特定平台的技术细节是 PSM 需要解决的。

➤ 模型转换 (Model Transformation)

在 MDA 中的一个很重要的概念和技术就是所谓的模型转换。模型转换让 MDA 能够成为实际的开发软件工程。

MDA 起始的概念是希望从模型的层次开发软件, 这是因为如果能够提高开发软件的抽象层次, 就能够有效地提高生产力和质量。提高开发的抽象层次虽然有助于开发人员的生产力和质量, 但是要让应用程序能够执行, 仍然需要产生程序代码, 以便让不同的平台或是程序语言的编译器能够编译以产生最后的系统可执行程序。那么在模型层次开发的系统中如何能够最后根据模型产生可编译的程序代码? MDA 的解决方法就是使用模型转换^[12]。

一旦应用系统通过 MDA 在模型层次设计完成以后, 这个模型就是 PIM, MDA 使用模型转换的机制把 PIM 根据选择执行的平台转换为 PSM, 最后选择系统要使用的程序语言和数据库产生程序代码。图 2-4 说明了模型转换的意义。

由于 MDA 提供了模型转换机制, 可以让开发人员集中心力建立良好的业务逻辑模型, 再交由支持 MDA 的工具转换为程序代码。由于这个转换过程可以是自动化的, 因此可以提高生产力, 而且可以自动产生最终的程序代码, 所以可以避免程序员犯错, 有助于提高软件的质量。

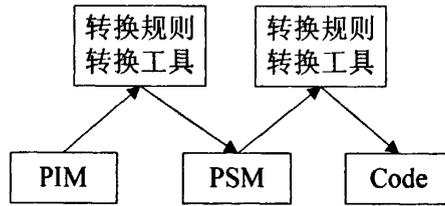


图 2-4 MDA 模型转换

2.2.2 模型驱动开发框架

模型驱动（MD）核心的思路是希望通过对商业模型（比如企业信息化或建筑领域的解决方案）的领域研究，进而提炼出一个相对核心的领域模型，同时抽象出一个平台无关模型（PIM），之后根据不同的开发平台（例如 .net 或 J2EE），应用平台（Windows 或 Unix）形成相应的平台相关模型（PSM）。

实现模型驱动的基础是 MDA 的模型所具有的一些内在特性所决定的，在 MDA 中的模型定义是以精确定义的语言对系统（或系统的一部分）作出的描述，而其中精确定义的语言是指具有精确定义的形式（语法）和含义（语义）的语言，并且要求这种语言能够被计算机自动解释。在 MDA 中模型可以用 UML 来描述也可以通过其他具有精确语义语法的语言（如 XML）来加以描述，这样做的目的在于方便制定 MDA 中 PIM 和 PSM 模型之间的变换规则，也体现了 MDA 开发中一切以模型为驱动的开发理念。

MDA 软件开发框架的主要组成元素就是：模型、PIM、PSM、源语言、目标语言、变换、变换定义以及变换工具的综合体。图 2-5 展示了一个完整的 MDA 软件开发框架。

在图 2-5 形似金字塔的 MDA 完整框架中可以看到位于最高层次的元语言是 MDA 开发的基础，它既是 PIM 和 PSM 的宿主同时也起着 PIM 和 PSM 之间变换的桥梁作用，因为无论是源语言还是目标语言都是被元语言所定义的语言所描述，同时从图中可以注意到为了更加准确的定义 PIM 到 PSM 之间变换，MDA 框架中使用了一种扩展至元语言的变换定义语言来定义变换，并通过进一步使用变换定义来构建变换工具。这种分层次定义语言和变换的特性使得 MDA 在模型的构建和变换上显得更加有源可查，同时也显现出 MDA 框架的稳定性、严谨性和灵活性。

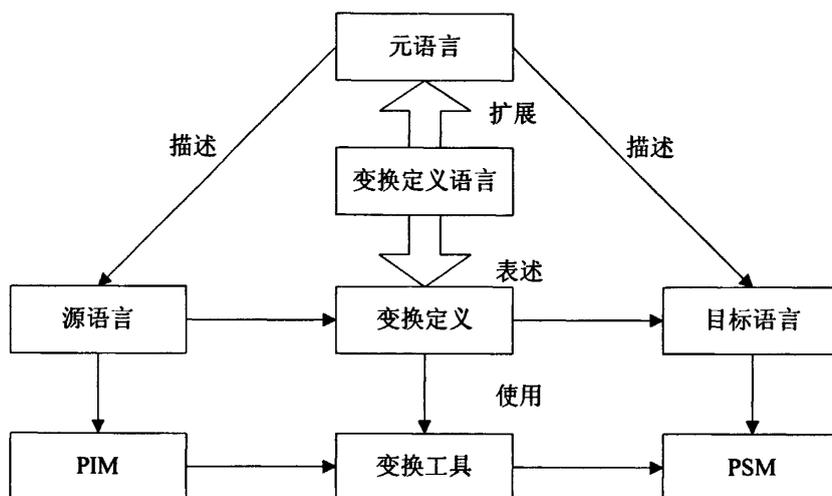


图 2-5 MDA 框架示意图

2.2.3 ECO 技术和 ECO 框架

ECO 是 Delphi 根据模型驱动架构（Model Driven Architecture, MDA）以及设计驱动架构（Design Driven Architecture, DDA）为核心发展出来的技术，并结合 OR Mapping、图形用户界面绑定、对象服务框架以及许多其他丰富的功能而形成的以模型驱动开发（Model Driven Development, MDD）为基础的软件工程^[13]。

ECO 是一个完整的框架，它是由许多高端的技术所结合而成，可视化设计接口、Ecospace(执行时期框架)、OCL(Object Constraint Language)^[14]、EAL(ECO Action Language)、ECO 组件组等等。

➤ 可视化设计接口

ECO 是基于 UML 的，它内置了 Together UML 建模工具，通过 Together 技术让开发人员设计应用程序的类架构（静态模型）以及状态机（动态模型）。

➤ 运行时框架 EcoSpace

EcoSpace 能够在应用程序运行时执行开发人员设计的业务模型，并在运行时提供一组框架服务，允许开发人员通过 Delphi/C#程序代码在运行时存取各种运行时服务，最后，ECO 应用程序在运行时根据模型建立的各种对象也都由 EcoSpace 所管理，EcoSpace 提供了 OR Mapping（Object Relational Mapping）、

对象事务管理、对象缓存等诸多高端功能。

➤ OCL

开发人员可以用它来在模型中撰写业务逻辑，或者在 ECO 应用程序运行时来查询、处理对象。

➤ Action 语言

Action 语言扩展自 OCL 语言。OCL 语言是一个没有任何副作用的形式语言，它不会改变对象的状态，而是使用在类图中定义对象的限制条件或是在类图中和程序代码中执行查询工作。但是在 ECO 的状态机中却需要能够改变状态，所以 ECO 扩充了 OCL 成为 Action 语言，以便让 Action 语言具有修改或改变对象状态的能力。

➤ ECO 组件

ECO 提供了一组 .NET 组件，方便开发人员用来运用 ECO 提供的各种功能，这些 ECO 组件也提供和 .NET 可视化控件连结在一起的能力，以便让 EcoSpace 中的对象能够自动的显示在 .NET 的图形用户界面中。

ECO 除了支持 MDA 的开发理念和流程之外，还提供了转换 PIM 成为最终特定平台的程序代码功能。ECO 除了提供设计业务逻辑模型的 PIM 功能之外(通过使用 Together 的模型设计能力)，也包含了下面的机制：

- 自动模型转换功能；
- 设计和开发时期的服务框架；
- ECO 应用程序运行时的运行环境。

ECO 框架是由许多的服务所组成的，这些服务是开发人员在实际的应用系统中都需要使用的，例如储存业务逻辑对象回数据库的 OR Mapping 机制，维护业务逻辑对象之间关系的服务，对象事务服务，对象搜寻服务和缓存服务等。ECO 框架通过提供这些功能可以大幅度减少开发人员需要撰写的程序代码，因此能够提高开发的生产力。

此外，ECO 在应用程序运行时提供了运行环境，能够根据开发人员设计的业务逻辑模型来执行，这个运行环境称为 EcoSpace。EcoSpace 在应用程序运行时除了负责执行开发人员设计的业务逻辑模型之外，也负责提供 ECO 框架的服务让应用程序使用。

最后，EcoSpace 也能够执行 ECO 应用程序使用的 OCL，在应用程序运行时 EcoSpace 能够执行 ECO 框架提供的服务来定义在模型中的 OCL 业务规则，或

是动态执行写在程序代码中的 OCL, 在必要时 EcoSpace 会通过 ECO 框架的服务把 OCL 语句转换为 SQL 语句要求数据库执行, 再根据执行的结果转换回对象集合让程序代码使用。

2.3 Agent 技术

2.3.1 Agent 的概念

Agent 本译为“代理”, 也有人将它翻译为“智能代理”。Agent 的概念来自于分布式人工智能 (Distributed Artificial Intelligent, DAI) 领域, 是人工智能中的一个原语, 目前对 Agent 一词并没有形成唯一的定义和描述。

Agent 的概念最早可以追溯到 1977 年 Carl Hewitt 的“Viewing Control Structures as Patterns of Passing Messages”一文。在此文中, Carl Hewitt 定义了具有自兼容性、交互性和并发处理机制的对象, 称为“Actor”, 该对象具有封闭的内在状态, 并且可以与其他同类对象进行消息发送和反馈。Agent 一词最早可见于 M.Minsky 于 1986 年出版的《Society of Mind》一书。他认为社会中的某些个体经过协商之后可求得问题的解, 这些个体就是 Agent。

Agent 概念出现后, 国内外许多研究人员在这方面展开了研究工作。不同的研究人员赋予 Agent 不同的结构、内容和能力, 以方便自己特定的研究和开发。

智能物理 Agent 基金会 (Foundation Intelligent Physical Agents, FIPA) 中 Agent 定义如下: Agent 是存在于某一环境中的实体, 能够感知环境, 接收来自环境的信息, 并且做出反应, 进而能够反作用于环境^[15]。

Russell 在他的人工智能论文《Artificial Intelligence: A Modern Approach》中所定义的是: “Agent 是任何能通过传感器感知 (perceive/sense) 环境并通过执行器对环境进行动作 (Act) 的东西”, 这个 Agent 的定义可以说是最宽的^[16]。

P.Maes 认为“Agent 是在复杂动态环境中能自治感知环境并能自治通过动作作用于环境, 从而实现其被赋予的任务或目标的计算系统”。后来的研究人员把这种定义的 Agent 称为自治 Agent。

M.Coen 认为“Agent 是可以进行对话、协商的软件”。Coen 这里给出的其实是软件 Agent 的定义。

Franklin Graesser 是在分析各种 Agent 的特性后, 给出了一个 Agent 的定义:

“一个自主 Agent 是处于一个环境当中并作为这个环境一部分的系统，它随时感测这个环境并且执行相应的动作，并逐渐建立自己的活动规划以应付未来感测到的环境变化”^[17]。

Wooldrige 在《Intelligent Agents: Theory and Practice》一文中给出了 Agent 的两种定义^{[18][19]}。

定义 1 (弱定义): Agent 用来最一般地说明一个软硬件系统，它具有以下四个特性: ①自治性 (autonomy): Agent 可以在没有人或其他 Agent 直接干预的情况下运作，而且对自己的行为和内部状态有某种控制能力; ②社会性 (social ability): Agent 和其他 Agent (也可以是人) 通过某种 Agent 语言进行信息交流; ③反应性 (reactivity): Agent 能够理解周围的环境，并对环境的变化作出实时的响应; ④能动性 (pre-activeness): Agent 不仅简单地对其所处的环境作出反应，也能够通过接收某些启动信息，表现出有目标的行为。

定义 2 (强定义): Agent 除了具备定义 1 中的所有特性外，还应具备一些人类才具有的特性，如知识、信念、义务、意图等。Shoham 认为 Agent 就是一种实体，它可以看做是由多种心智状态，如信念、能力、选择和承诺等组成的。另外 Agent 还可以具有其他一些特性，如: ①移动性 (mobility): 指 Agent 可以在信息网络上移动; ②真实性 (veracity): 假设 Agent 不传输错误信息; ③仁慈性 (benevolence): 假设 Agent 没有冲突的目标，每个 Agent 通常有求必应; ④合理性 (rationality): 假设 Agent 总是为实现目标而努力，而不阻碍目标的获得，至少在它的信念中应该如此。

总结以上定义，可以得出 Agent 是具有感知能力、问题求解能力和与外界进行通讯能力的一个实体，它能和其它 Agent 有效合作，代表用户工作，完成相应任务，成为用户通达资源的中介。Agent 应该具备以下基本特性：自治性，交互性，反应性，能动性，生存能力。

2.3.2 Agent 分类

根据 Agent 的不同功能和特性，可以进行如下分类：

► 按功能划分

信息/Internet Agent: 它支持用户在分布式系统或 Internet 网络中智能搜索信息或智能管理网络资源。

界面 Agent (Interface Agent) 或个人助手: 它的主要任务是协助用户完成乏

味而重复性的工作。Agent 观察并监督用户怎样执行特定的任务，当这些 Agent 能确定用户在特定情况下将如何反应时，它就开始替代或帮助用户完成任务。这些 Agent 已针对某一用户进行了个性化处理，适应特定用户的行为。这些问题与人机接口、用户建模和模式匹配密切相关。

任务 Agent (Task Agent): 它是帮助人类进行复杂决策和其他知识处理的软件 Agent。这些 Agent 以 AI 领域的计算机学习、计划、资源受限的推理、知识表达等为基础在一实用框架中应用。

➤ 按属性划分

反应 Agent (Reactive Agent): 具备对当时处境的实时反应能力的 Agent。

审慎 Agent (Deliberative Agent): 在目标指导下具备自主行动能力的 Agent。

合作 Agent (Interactive Agent): 具备社会合作能力的 Agent。

混合 Agent (Hybrid Agent): 具有实时反应、目标指导下自主行动及合作等综合能力的 Agent。

➤ 按行为方式划分

自主 Agent (Autonomous Agent): 在复杂的环境中自主感知和行动。

多 Agent (Multi-Agent): 一个 Agent 能利用关于其他 Agent 的知识来协调它与其他 Agent 的行动或合作完成目标。

助手 Agent (Assistant Agent): 只与人类 Agent 相互作用。

➤ 其他一些特殊类型的 Agent

移动 Agent (Mobile Agent): 位于网络中并通过迁移或服务接口能与网络中其他程序进行通信的 Agent。它通常是由客户端迁移到服务器端执行的脚本程序。

可信 Agent (Believable Agent): 它是在与人的相互作用中以“令人信任”的特征来执行，它需要处理与人的相互作用中发生的各种情况，而不是局限于把少量事情做得特别好。典型例子有教育、娱乐 Agent 等。

2.3.3 Multi-Agent 系统

多 Agent 系统(Multi-Agent System, MAS)^[20]是典型的分布式计算系统，它是为了解决单个 Agent 不能够解决的复杂问题，由多个 Agent 协调合作所形成的问题求解网络。多 Agent 系统中的每个 Agent 有它自己独立的局部知识库、目标和能力，多个 Agent 相互合作执行复杂的任务，实现总目标。Agent 之间能够协

调相互之间的行为，通过协商解决冲突，通过合作达到共同的目标。任何两个 Agent 间都可彼此通信，Agent 被组织在一起是出于知识共享的目的，每个 Agent 彼此提供帮助，相互提供支持。合作组中的每个 Agent 为其它 Agent 提供动态服务，单个 Agent 或一组 Agent 可以单独进行开发，并且可以以增量方式动态地加入到一个基于 Agent 的系统中来，从而增强该系统的能力。

通常多 Agent 系统设计主要考虑的问题有：

(1) 分工、协调与合作 (Coordination and Collaboration)

Agent 之间如何就某个目标进行分工，并且完成各自的任务。包括系统划分为哪些 Agent，对每个 Agent 的目标和资源进行合理安排，以协调各自的行为，最大限度地实现各自目标。

(2) 通信与交互

系统中 Agent 如何获取通信能力，需要遵循什么协议，Agent 之间如何理解对方的消息，需要设计什么样的通信语言，如何表述通信的内容。

(3) 安全与权限

Agent 之间如何建立信任关系和保证安全有效地交换信息，每个 Agent 对哪些 Agent 的资源具有访问权限。

2.3.4 Agent 通信机制

2.3.4.1 Agent 的通信方式

当多个 Agent 组成 Multi-Agent 系统时，Agent 之间就出现了相互通信与协作问题。智能 Agent 可以通过通信来改变另一个智能 Agent 的目标和信念。要实现智能 Agent 间的通信，智能 Agent 必须有一定的寻址能力。显然每个智能 Agent 不可能保存其他所有智能 Agent 的地址信息，因为这样会导致存储空间的浪费，而且难以保证智能 Agent 信息的一致性。通常情况下，智能 Agent 只需要知道其他 Agent 的名字，就可以按名寻址；有些场合，甚至名字都不需要知道，智能 Agent 只需要知道自己需要的服务；还有些时候，智能 Agent 需要知道其他智能 Agent 的另外一些方面的信息。

通信与协作是实现多个 Agent 之间进行协同工作的关键。各个 Agent 之间的通信是通过 Agent 间的交互来实现，Agent 之间的通信包括：

(1) 分布式问题求解。这种协作式问题求解方法是通过分散于不同节点上

的松耦合的知识库集合来进行协作求解。

(2) 采纳。某一 Agent 把另一 Agent 的目标作为自己的目标来完成，以实现协同工作。

(3) 协作。每个 Agent 都有自己的目标，但或者由于本身不能完成自己的任务，或者为了更好地实现各自的目标，他们相互间达成互惠互利的协议，通过协作实现协同工作。

(4) 影响。某个 Agent 的某个动作，可能影响到另一个 Agent 实现其目标。

以上四种通信及协作工作方式，基本上可以分为“黑板”和“消息传递”两种方式。“黑板”方式是广播通信形式，属同步消息传递。把消息放在广泛可存取的黑板上，每个 Agent 均可以向黑板发送消息，也可以从黑板上读取消息。对于发送者而言，他无需知道是谁在使用这些消息。“消息传递”方式是属于异步消息传递，即一个 Agent 可以向一个或多个 Agent 发送消息，采用点对点的传递方式，这种通信与协作方式需要多个 Agent 之间有更多的了解，要求发送者事先应知道接收 Agent 的有关信息。

● 黑板系统方式

在智能 Agent 系统中，黑板是一个公共工作区域，以便于各个 Agent 交换信息、数据和知识。某一 Agent 在黑板上留下的信息项，可被系统中其他 Agent 所共享。在黑板通信系统中，智能 Agent 之间不发生直接的通信，他们以黑板为共享消息池，独立地完成各自携带的任务。Agent 可以在任何时候访问黑板，看看有没有新的信息到来，它并不需要阅读所有信息，可以采用过滤器抽取当前工作所需的信息。

黑板可以用在任务共享和结果共享系统中。基于事件的问题求解策略也是可能的。如果系统中的 Agent 很多，那么黑板中的数据会成指数增加。与此类似，各个 Agent 在访问黑板时要从大量信息中搜索，决定感兴趣的信息，为了优化处理，更先进的黑板概念是在黑板中为各个 Agent 提供不同的区域。

● 消息传输方式

采用消息通信是实现灵活复杂的协调策略的基础。使用规定的协议，Agent 彼此交换的消息可以用来建立通信和协作机制。自由消息内容格式提供非常灵活的通信能力，不受简单命令和响应结构的限制。图 2-6 描述了消息传输方式的原理。

Agent 消息传输参考模型包括三个标准：

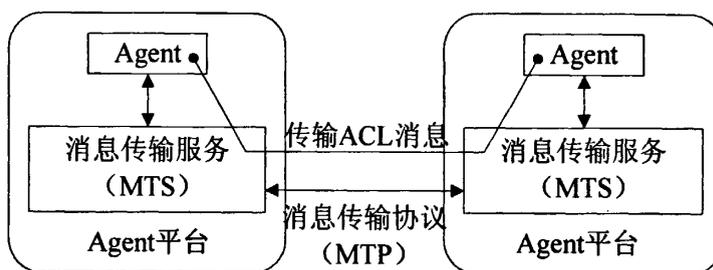


图 2-6 Agent 消息传输模型

①消息传送协议 (The Message Transport Protocol, MTP), 用于执行两个 Agent 通信信道 (Agent Communication Channel, ACC) 之间的消息的物理传输;

②消息传输服务 (Message Transport Service, MTS), MTS 支持同一平台 Agent 之间以及不同平台的 Agent 之间的 FIPA-ACL (Agent Communication Language) 消息的传输;

③ACL 描述了 MTS 和 MTP 运载的消息内容。

2.3.4.2 Agent 通信语言

为了使通信双方理解通信的内容, 还需要一定的语言或协议的支持。ARPA 知识共享计划的研究者提供了一种比较完善的 Agent 通信语言 ACL (Agent Communication Language)^[21], 该语言主要由三部分组成: 词汇、内部语言——KIF (Knowledge Interchange Format)^[22]、外部语言——KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)^[23]。

KIF 是一种一元谓词演算的版本形式, 提供了简单数据的编码、约束、协商、规则、元知识、约束表达式等功能。KQML 是为了提高通信效率而设置的外部语言层, 为表达处理消息提供了标准的格式, 用于支持 Agent 之间的知识共享。由于 KQML 消息是线性的字符流, 类似于 Lisp (一种计算机语言) 的语法, 使消息易于处理和转换成其他格式; 它的语言简单, 允许通过增加新的参数进行扩充。

知识互换格式 KIF 的主要特征: 具有说明性的语义, 具有逻辑完备性 (提供一阶谓词计算), 提供了关于各知识表示的知识表示, 提供了对非单调推理规则的表达, 能够定义对象、函数和关系^[24]。

KIF 语言的基本元素是词 (word)。KIF 表达式 (expression) 则或者是词 word,

或者是一个有限的表达式序列: $\langle \text{Expression} \rangle ::= \langle \text{word} \rangle | (\langle \text{expression} \rangle^*)$

KIF 的词可以分为三类: 变量、操作符、常量。

KIF 的变量有单变量和序列变量之分: $\langle \text{variable} \rangle ::= \langle \text{indvar} \rangle | \langle \text{seqvar} \rangle$, 分别用 ? 和 @ 开始的 word 表示。KIF 的操作符有四类:

$\langle \text{operator} \rangle ::= \langle \text{termop} \rangle | \langle \text{sentop} \rangle | \langle \text{ruleop} \rangle | \langle \text{defop} \rangle$

KIF 中的常量有四类:

$\langle \text{CONSTANT} \rangle ::= \langle \text{objconst} \rangle | \langle \text{funconst} \rangle | \langle \text{relconst} \rangle | \langle \text{LOGconst} \rangle$

其中, 对象常量用于表示单个对象, 函数常量用于表示对象的函数, 关系常量表示关系, 逻辑常量表示逻辑真值, 只能取 TRUE 和 FALSE。

KIF 的表达式分有四种特殊类型的表达式: 项 (premise)、句子 (sentence)、规则 (rules) 和定义 (definitions)。其中, 项表示对象, 句子表示事实, 规则表示推理的合法步骤, 定义则用于定义常量。

KIF 中有 10 种项:

$\langle \text{term} \rangle ::= \langle \text{indvaR} \rangle | \langle \text{objconst} \rangle | \langle \text{funconst} \rangle | \langle \text{relconst} \rangle | \langle \text{funterm} \rangle |$
 $\langle \text{listterm} \rangle | \langle \text{setterm} \rangle | \langle \text{quoterm} \rangle | \langle \text{LOGterm} \rangle | \langle \text{quanterm} \rangle$
 $\langle \text{sentence} \rangle ::= \langle \text{LOGconst} \rangle | \langle \text{equation} \rangle | \langle \text{inequality} \rangle | \langle \text{relsent} \rangle | \langle \text{LOGsent} \rangle | \langle \text{quantsent} \rangle$

针对不同的 Agent 系统, 对通信语言的要求有所不同, 因此许多研究者根据各自的需要在 KQML 语言的基础上进行了扩展, 如 SACL 语言, FIPA ACL 语言等。本文接下来重点介绍 KQML 语言。

KQML 既是一种信息表达的格式, 也是一种信息处理的协议。KQML 的信息对它的传递的内容是不透明的, 即 KQML 语句同它包含的内容相关联。一条 KQML 信息不但传递了用某种知识表示语言表达的一个句子, 而且它还传递了对这个句子的精神姿态, 例如: 声明、请求和询问等, 接受方可以根据这些来决定如何处理通信的内容。

KQML 语言的基本语法格式如下:

($\langle \text{述行语} \rangle \{ \langle \text{保留关键字} \rangle \langle \text{参数} \rangle \}$)

其中, 述行语就是在 KQML 标准中规定的语句表达动词, 保留关键字主要有:

:sender 指出发送者的名字;

:receiver 指出接收者的名字;

:from 指出在: content 中的述行语的发送者, 信息转发时要用到此关键字;

:to 指出在:content 中的述行语的最终接受者,信息转发时要用到此关键字;
:in-reply-to 指出本次通信是对以前哪次通信的回应,即被回应通信的回应标识字符串;

:reply-with 指出本次通信的回应标识字符串,在将来对本次通信进行回应的通信中,关键字:in-reply-to 的参数要与本次通信的关键字:reply-with 的参数相同;

:content 指出发送的信息内容;

:language 指出所使用的语言。

下面是一个使用 KQML 语言通信的例子:

```
(ask-one
  :sender      Agent 1
  :receiver    Agent-stockserver
  :language    LPROLOG
  :reply-with  ask-ibm-stock
  :content     (PRICE IBM price))
```

其中 ask-one 是述行语,代表这是向一个其他 Agent 询问信息的通信语言。发送者是 Agent 1,接收者是 Agent-stockserver,内容是询问 IBM 股票的价格,所有的语言是 LPROLOG,当 Agent-stockserver 响应 Agent 1 的询问返回 IBM 的股票价格时,该 KQML 语句的关键字:in-reply-to 的参数应该是 ask-ibm-stock,以表示是对本次通信的回应。

KQML 语言可以分为 3 层:内容层、消息层和通信层^[21]。内容层使用程序本身的表达语言承担需要传递消息的实际内容。KQML 语言可以携带使用任何表达语言编写的表达式,包括那些字符串和二进制符号表达的语言。消息层是 KQML 语言的核心,并且由它决定使用 KQML 语言的 Agent 的交互方式。消息层的主要功能是识别消息发送所使用的协议,并且给发送者提供附加在消息内容上的述行语。同时,由于通信内容对应 KQML 语言来讲是不透明的,在消息层还需要包括:描述内容语言、假设的本题、一些内容的类型描述等特征。通信层包含了一些底层的通信参数,例如:发送者的标识、接受者的标识和通信的唯一标识。在大多数的与 Agent 相关的研究中,都遵守通信介质安全和可靠方面的规定。图 2-7 给出了 KQML 语言的抽象视图。

KQML 的核心部分是 Agent 可以使用的述行语(即:述行语内表达行为动词),它们是构成复杂的协调和协商策略的基础。尽管 KQML 语言中已经事先定

义好了一些述行语，但它们既不是一个最小集，也不是全部。Agent 可能会只选择其中的一二个述行语。述行语也是可以扩展的，一组 Agent 如果对解释和相关的协议达成一致，就可以使用附加的述行语。但是使用这些事先定义好的述行语必须采用标准的方法。表 2-1 列出了七类这样的述行语^[25]。

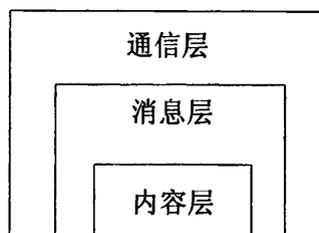


图 2-7 KQML 语言的抽象视图

表 2-1 七类事先定义的述行语名称

述行语 类型	述行语 名称
Basic query Multi-response (query)	Evaluate, ask-if, ask-about, ask-all Stream-about, stream-all, eos
Response	Reply, sorry
Generic information Generator	Tell, achieve, cancel, untiell, unachieved Standby, ready, next, rest, discard, generator
Capability-definition	Advertise, subscribe, monitor, import, export
Networking	Register, unregister, forward, broadcast, route

FIPA 的 Agent 通信语言同 KQML 一样，利用了言语行为 (Speech Act) 理论：信息是行为或通信法令。FIPA-ACL^[26]的说明中包括了一组信息类型和语用论的描述，语用论描述的是信息对接收 Agent 和发送 Agent 的精神态度的影响。该说明用叙述的形式和正式的语义这两种方式在模块逻辑的基础上描述了每一个通信法令。FIPA-ACL 与 KQML 非常相似。除了有一些保留述行语的名字不同之外，FIPA-ACL 的语法与 KQML 的语法相同。因此，它保留了 KQML 将外部语言与内部语言隔离的方法。外部语言定义了信息的意图；内部语言表达了对话者的信仰、愿望和意图。

在 FIPA-ACL 中，通信述行语被称为通信法令 (Communicative Act)，简记为 CAs。尽管在命名方面有所不同，KQML 的述行语和 FIPA-ACL 的通信法令

是相同的实体。在基本概念和基本原理方面, KQML 和 FIPA 几乎是相同的。这两种语言的主要区别在于它们语义结构的细节方面。从某种意义上讲, 这个区别是重大的: 因为有不同的语义框架, 在 KQML 述行语和与它们几乎完全相等的 FIPA 述行语之间给出精确的映射或转换是不可能的, 反之也是如此。这两种语言都采用一个基本的非承诺的保留内容语言。然而, 在 FIPA-ACL 中, Agent 必须对 SL (Semantic Language) 有一定的理解, 才能正确的处理接收到的信息。

这两种语言有相同的语法。也就是说, KQML 的信息和 FIPA-ACL 的信息在语法构成上是相同的, 除了通信述行语的命名不同。这是 FIPA-ACL 的一个重要属性。FIPA 改变了语言原始的、类似于 Prolog 的语法, 以匹配 KQML, 目的是有利于 KQML 系统和 FIPA-ACL 的转换。一个 Agent 系统的通信准备, 大部分工作是用更低级的网络协议提供代码, 以便解析流入的信息、组合传送的信息、引导信息在网络中的传输。相同的语法保证了不管选择哪种 ACL, 这个基础下部组织是相同的。

在语义方面, 两种语言的区别在于组成语义描述的层次方面。KQML 的层次结构为 preconditions, postconditions 和 completion conditions, FIPA-ACL 为灵活的 preconditions 和理性效果。在选择和定义形态的层次上也有所不同。

尽管我们可以近似地将 KQML 述行语用于 FIPA 的框架中, 反之亦成立, 但是, 通常情况下, 不可能实现完整和精确的转换。

两种 ACL 的另外一个区别表现在原型的注册和简化处理方面。这些原型包含了大量的、重要的实际问题, 如注册, 更新注册信息, 寻找其他有助于处理请求的 Agent。在 KQML 中, 这些任务与述行语有关, KQML 将它们作为 first-class 目标。FIPA-ACL 试图成为一个更加纯正的 ACL, 因此没有考虑这些问题。相反, 它将这些问题看作是行为请求, 定义了很多保留行为, 这些行为覆盖了注册和生命循环任务。这些保留行为没有定义好的说明或语义, 而是用自然语言描述的。

很多 ACL 的使用者希望 FIPA-ACL 将他们熟悉的、来自 KQML 的简易原型包括在内。ACL 要求将理论和实践结合在一起。理论上, 已有的 ACL 在基本设想和语法上的有类似性, 这意味着只有专门的通信原型代码可以根据 ACL 的选择改变。

KQML 语言和协议已经被运用于许多原型系统中。这些应用包括软硬件系

统的并行研制、军用运输后勤规划、大规模异构信息系统的柔性体系框架、基于代理的软件集成和互操作信息访问。KQML 语言对于增强大规模软件的集成和互操作能力具有很多的潜力，如目前进行的通信和信息技术集成基础结构、对象管理组织的 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)规范^[27]，另外还有电子商务、健康信息系统和虚拟企业集成等方面。KQML 规范了 MAS 的通信语言，使 MAS 间的通信成为可能。KQML 的语法适合在大多数的 Agent 应用领域中使用，描述性语集合的定义比较全面，为许多 Agent 系统所采用。

总之，Agent 通信语言用于解决 Agent 之间知识层的通信与协调，是任何 MAS 实现中必须使用的基本组件。一些小型的 MAS 可能采取一些简单的协议就完成了所需的功能，但是，从长远来讲，大型复杂的 MAS 仅仅依靠通信语言来通信与协调是远远不够的，必须建立 MAS 的协调和协商机制，实现 Agent 之间的有效合作。

2.4 小结

本章主要是讨论的是应用系统的实现过程中的一些理论和技术。

workflow 技术：主要介绍了一下 workflow 及 workflow 系统中的一些概念，通过分析 workflow 参考模型，讨论了 workflow 系统的一般特性。

模型驱动结构：主要介绍了模型驱动的基本概念，介绍了 ECO 模型驱动开发框架的基本内容。

Agent：主要讨论了 Agent 的基本概念，Agent 系统的分类，多 Agent 系统的概念，以及多 Agent 之间的通信机制，包括通信方式和通信语言。

第3章 基于工作流的智能网上商城系统分析

3.1 系统需求

某公司酒销售业务现已实现内部日常业务、片区沟通、客户网上业务等基础管理体系的信息化,在此基础上,2005年设计了专卖店分销网络系统^[28],完成了系统投运的技术测试工作,现在已经进行了推广运营,专卖店分销系统是会员系统的业务支撑平台,在其实施的前提下,可保证后续以终端消费者为中心的会员服务网络体系的正常运作。图3-1是该企业现有的营销网络结构图。

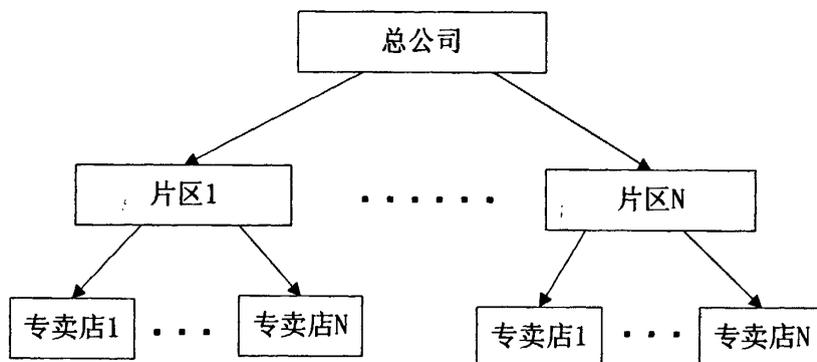


图 3-1 企业营销网络结构图

根据对各种企业会员体系的了解,结合自身的产品、销售渠道特点,建立以终端消费者为中心的会员系统,比较现实可行的方案,应该以销售公司为主体、以因特网为纽带、以专卖店为网点,形成分布范围广,会员服务方便,信息共享、自主管理、运作费用低廉、受众广泛的会员信息网络。

网上商城、会员网络,是以客户为中心、以市场为向导的现代企业营销理念的技术体现。依托因特网,构建网上商城及会员网络体系,能直接面向终端消费者,建立起一个双向交流的互动平台,使企业掌握第一手市场资讯,稳定、扩大消费群体。

网上商城不是一个简单的网上商城软件,而应该是一个涉及多个系统、多个部门、多个营销环节、集网上商品订购、网上支付、财务结算、物流调度、

会员互动、积分管理，能与专卖店前台业务平台互联、与总部业务平台接口的多系统、多平台、多渠道的信息化商务体系。

在软件组成上，系统必须建立如下系列平台软件，才能保证酒业公司网上商城的功能得以实现：

(1) 网上商城：终端消费者在网上订购该酒业公司系列产品，客户服务中心进行订单审核后，由专卖店执行，为消费者提供一个快捷的网上商务平台。

(2) 商城管理平台：建立客户服务中心，客户服务中心可进行商品信息维护，发布促销方案，审核跟踪会员订单，执行售后服务，管理会员积分，进行会员评价等业务工作。

(3) 会员中心平台：为会员提供的操作平台，具有会员注册、会员资料管理、意见反馈、会员消费记录查询、企业公告、会员促销广告、会员活动、会员积分查询、网上调查等系列功能。

(4) 专卖店业务前台接口：与专卖店前台业务系统接口，实现网上订单划转、会员消费记录、积分，专卖店可下载会员基本资料，实现会员异地购酒。

(5) 销售总部业务系统接口：会员到总部购酒，实现会员积分。

(6) 会员服务终端平台：为机场、宾馆酒店提供会员查询、服务管理。

(7) 货款结算平台：完成销售总部与专卖店之间的货款结算。

(8) 查询统计平台：快速统计商品订购情况、销售行情、调查结果、会员排名、积分排名、地区消费行情等各种市场行情信息，领导可通过因特网直接查询。

平台之间的关系如图 3-2 所示：

网上商城				
商城管理平台	会员中心平台	货款结算平台	会员服务终端平台	查询统计平台
专卖店前台业务系统接口			销售总部业务系统接口	

图 3-2 系统平台间关系示意图

整个系统是以会员服务为中心的，会员服务原理如图 3-3 所示。

根据会员服务原理图，可以将网上商城系统划分为两个部分：网上商城购物系统和内部业务管理平台，分别面向会员和业务员。会员进入网上商城进行商品选购及个人管理，业务员进入后台管理系统进行会员管理及订单货款管理。

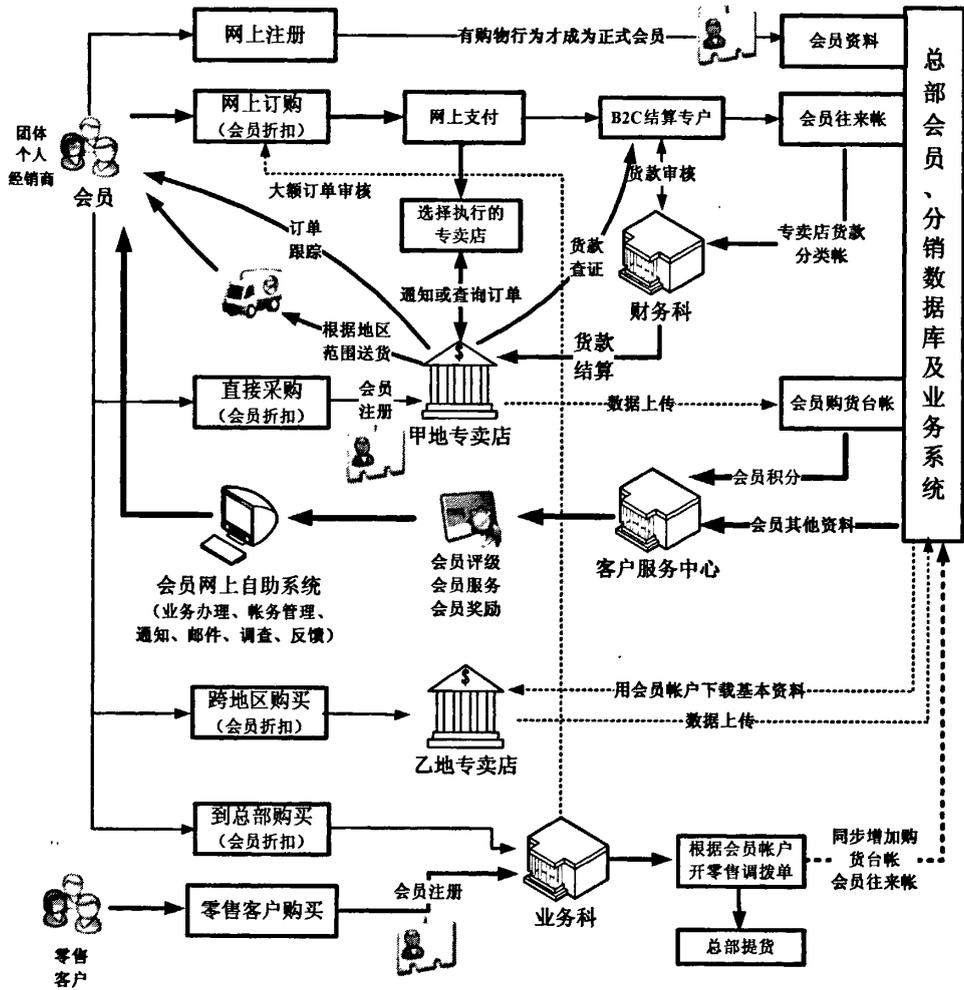


图 3-3 会员服务原理图

3.2 基于工作流的系统内部业务流程分析

3.2.1 内部业务管理平台的功能需求分析

内部业务管理平台是整个系统的支撑系统，不仅提供对商城购物系统的信息管理支持，还要完成与专卖店的业务处理，包括订单划拨、货款结算等，是一个完整的信息管理系统。功能模块如图 3-4 所示。

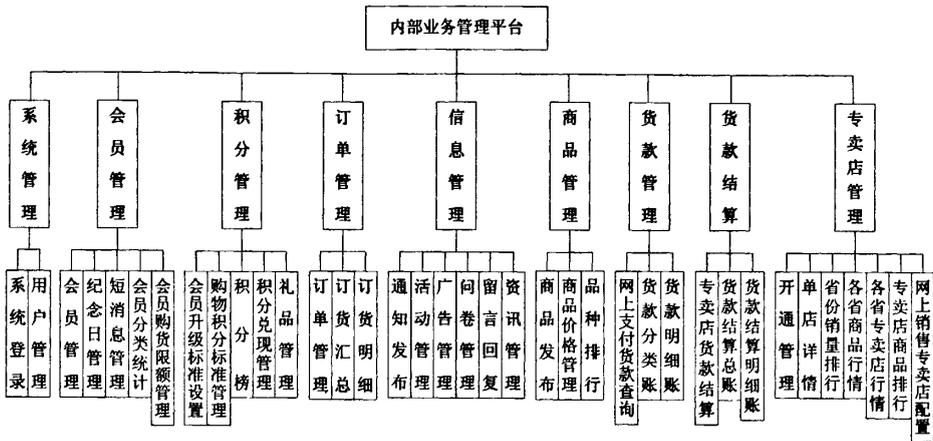


图 3-4 内部业务管理平台功能模块图

(1) 系统管理:

- ①系统登录: 提供平台用户登录功能。
- ②用户管理: 为系统管理员提供添加、删除用户及分配管理权限功能。

(2) 会员管理:

- ①会员管理: 提供添加、删除以及修改会员资料功能。
- ②纪念日管理: 提供会员纪念日的新建、删除以及修改功能。
- ③短消息管理: 提供向会员发送邮件消息的功能。
- ④会员分类统计: 提供按不同分类标准查询会员的功能。
- ⑤会员购货限额管理: 根据会员等级的不同, 提供限制会员购货数量的功能。

(3) 积分管理:

- ①会员升级标准设置: 提供会员等级升级的标准设置功能。
- ②购物积分标准管理: 提供商品的对应购物积分规则设置功能。
- ③积分榜: 提供会员积分排行查询以及会员积分历史查询功能。
- ④积分兑现管理: 提供会员积分兑现处理以及兑现历史查询功能。
- ⑤礼品管理: 提供积分兑换的礼品发布及设置功能。

(4) 订单管理:

- ①订单管理: 提供购物订单的审核、付款登记、删除以及查询等功能。
- ②订货汇总: 提供某个时段内按品种统计的功能。
- ③订货明细: 提供某个时段内按订单统计的功能。

(5) 信息管理:

- ①通知发布: 提供网上商城通知发布、编辑以及删除功能。
- ②活动管理: 提供网上商城会员活动的发布编辑功能。
- ③广告管理: 提供广告的发布、编辑以及删除功能。
- ④问卷管理: 提供问卷的定义、编辑以及关联活动的功能。
- ⑤留言回复: 提供对会员留言进行回复的功能。
- ⑥资讯管理: 提供产品资讯的发布、编辑功能。

(6) 商品管理:

- ①商品发布: 提供商品的发布、修改功能。
- ②商品价格管理: 提供商品价格的设置功能。
- ③品种排行: 提供某段时间内商品的销量排行查询功能。

(7) 货款管理:

①网上支付货款查询: 统计订单货款支付方式为网上支付的所有订单的货款情况。

- ②货款分类账: 统计在某个时间段内的会员订货情况汇总。
- ③货款明细账: 统计在某个时间段内的会员订货情况明细。

(8) 货款结算:

- ①专卖店货款结算: 为专卖店提供货款结算功能。
- ②货款结算总账: 统计在某会审期间内的专卖店货款结算总账情况。
- ③货款结算明细账: 统计在某会审期间内的专卖店货款结算明细情况。

(9) 专卖店管理:

- ①开通管理: 对专卖店网上业务系统的开通进行管理。
- ②单店详情: 查看在某个时间段内的专卖店的销售行情。
- ③省份销量排行: 统计在某个时间段内, 全国各省的商品销量情况排行。
- ④各省商品行情: 统计在某个时间段内的单个省份的各个商品销售情况。
- ⑤各省专卖店行情: 统计在某个时间段内的某个省份的各专卖店的商品销售情况。
- ⑥专卖店商品排行: 统计在某个时间段内的某个专卖店的商品销售情况。
- ⑦网上销售专卖店配置: 用于授予专卖店的网上销售资格。

3.2.2 基于工作流的系统内部业务流程分析

内部业务管理平台是网上商城的后台管理系统，提供对购物系统的商品发布、订单审批、付款审核、客户管理、信息管理等功能。但是，如前文所述，网上商城系统并非是一个简单的网上商城软件，而应该是一个具有处理多种业务能力的综合管理系统。

在企业的电子商务运作中；大部分的业务工作都是由两个或两个以上的员工共同参与协作来完成的，这一系列相关的活动以及活动按照一定规则的变化过程就构成了业务流程。在企业的商业活动中，特别是在电子商务中，能否最快地对客户需求做出反应，在市场需求变化时对商务流程做出及时的调整，是一个企业立于不败之地的重要因素。采用 workflow 管理技术，通过过程建模和过程管理技术开发的企业电子商务系统能迅速实现企业业务重组，使电子商务活动以信息流为基础，全面提高协作能力，有效整合企业信息资源。

内部业务管理平台除支撑购物系统的页面展示内容外，最主要的业务就是处理内部各种单据信息流，实现无纸化单据在各个职能部门以及营销网点间的有序传递，以实现快速的工作处理流程。根据前面的系统需求分析以及业务功能划分，内部业务管理平台的主要业务流程有：

(1) 商城购物订单审批流程

客户在商城注册成为准会员后，如果选购了中意的商品，递交了购买申请，就会产生一个购物订单，购物订单必须要通过商城审批员的审批后，才能进入后续付款、物流等流程。购物订单的审批过程主要体现在购物订单的审批状态上，审批状态的改变说明了订单审批流程的运转，订单审批的结果会生成一个邮件，发送给订货会员。订单审批流程如图 3-5 所示。

网上购物是基于 Internet 的，客户分布在全球各地，每天产生的购物订单可能成千上万，审批工作对审批员来说是一个不小的负荷，为了提高工作效率，对一些订单额小的订单可以采取自动审批的策略，只要事先定义好自动审批的业务规则，就可以达到良好的效果。自动审批流程如图 3-6 所示，其中“手工审批”即进入普通订单审批流程。

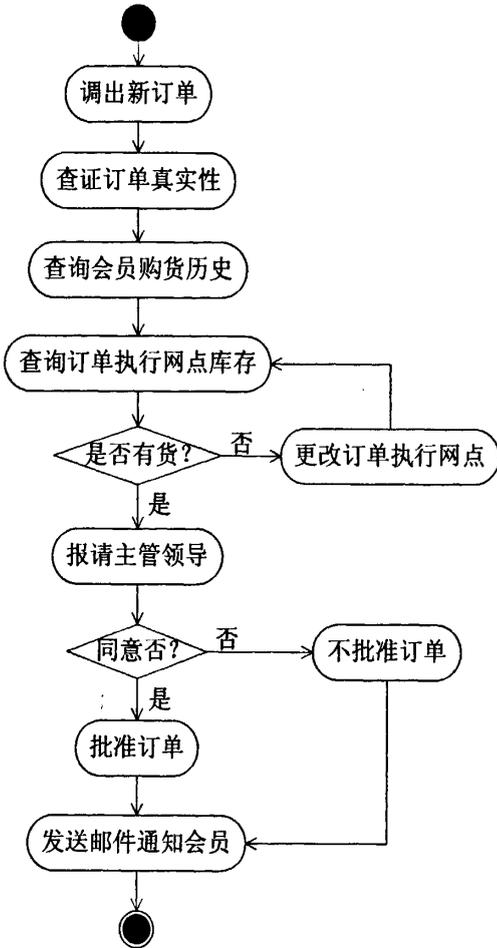


图 3-5 订单审批流程

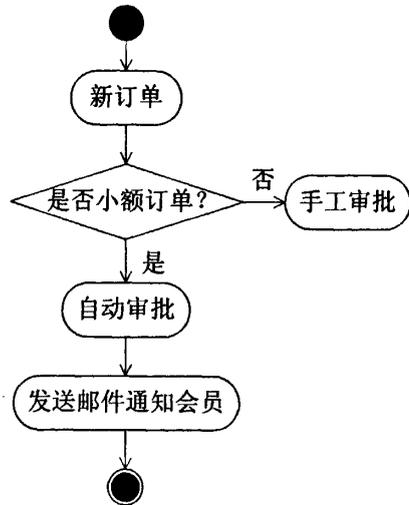


图 3-6 订单自动审批流程

(2) 执行网点订单处理流程

订单在生成的时候由客户填写了希望执行的网点，订单就自动下拨到该执行网点，该网点根据自己的具体情况来进入订单的处理流程。订单的处理过程主要体现在订单执行状态的转变，在此过程中，如果订单到达“备货中”状态，则需要生成一个销售单，销售单的处理过程还涉及到会员购物积分的变化，销售单状态有效时会添加会员积分，销售单作废时会减去会员积分。订单处理流程如图 3-7 所示。在该流程中如果订单已经通过上述审批流程，则不需要再查证订单的真实性。

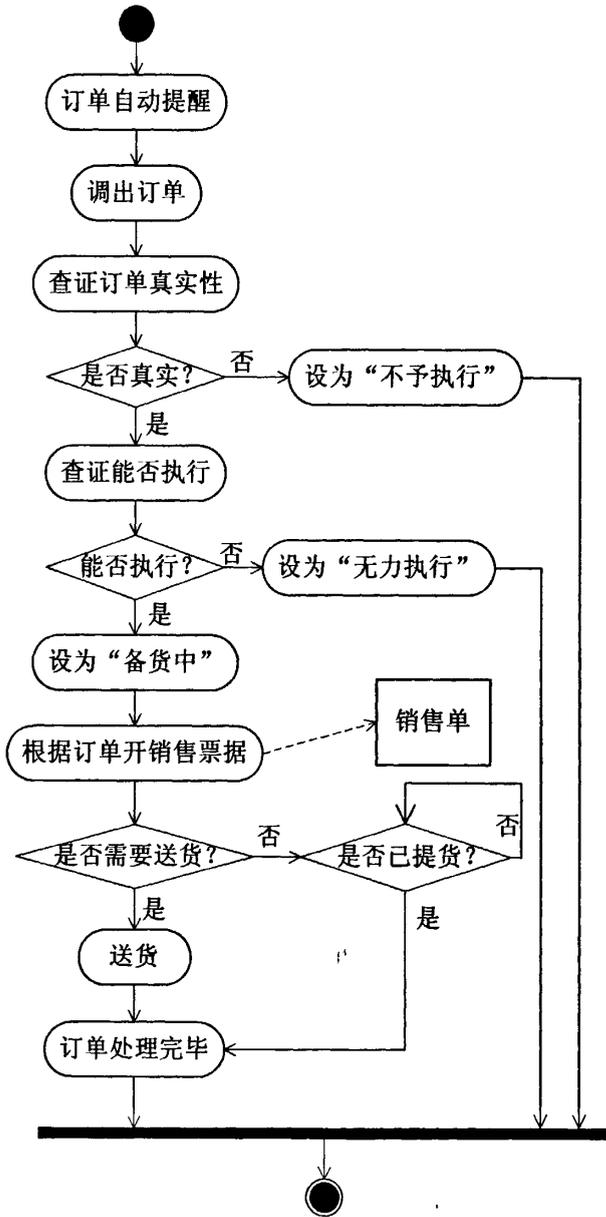


图 3-7 执行网点订单处理流程

(3) 订单货款审核及结算流程

订单货款审核及结算是总部与各执行网点之间的账务处理流程，因为网上销售的所有货款都是直接进入总部的帐户，而商品可能是从各执行网点出货，因此存在总部与执行网点间的账务审核及结算问题。订单货款审核及结算处理

主要体现在货款结算表的状态上，其处理流程如图 3-8 所示。

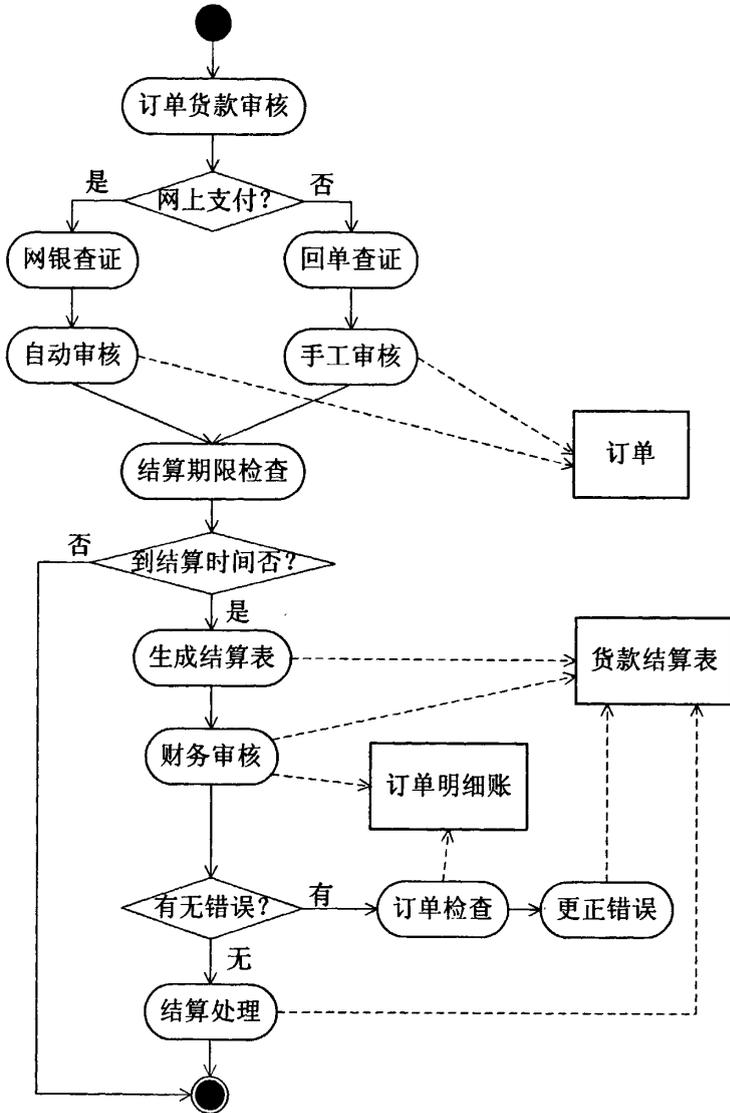


图 3-8 订单货款审核及结算流程

(4) 礼品管理流程

礼品管理是基于会员积分的管理流程，会员通过购物积累会员积分，积分可以兑换相应积分值的礼品。购物积分制可以增加会员与企业间的互动，增强客户的忠诚度。礼品兑换管理的处理主要体现在兑奖申请表的状态变化上，其流程如图 3-9 所示。

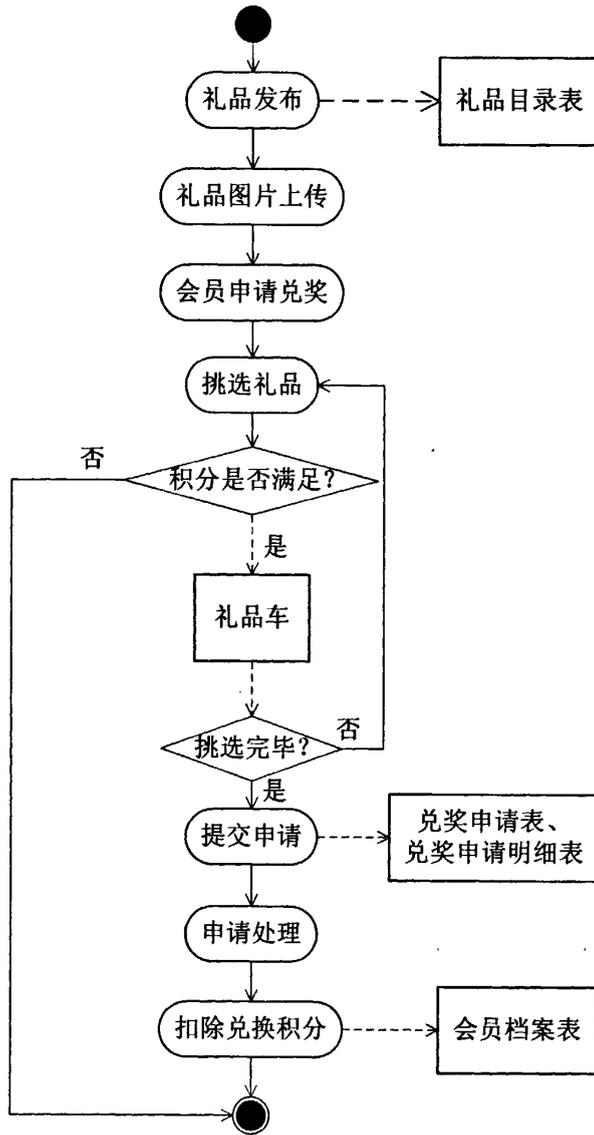


图 3-9 礼品管理流程

(5) 会员活动及问卷管理流程

会员活动及问卷管理是另一个客户与企业进行互动的环节，通过活动及问卷调查，可以让客户更好的了解企业及企业文化，增强客户对企业产品的认识，增进客户与企业的情感交流，其流程如图 3-10 所示。

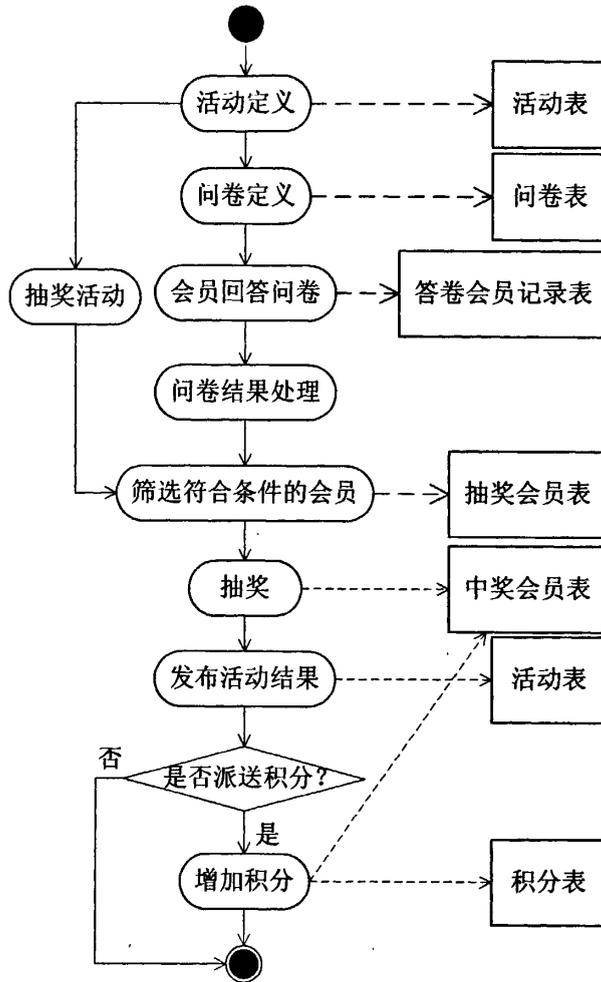


图 3-10 会员活动及问卷管理流程

(6) 积分处理流程

积分是会员客户通过在商城消费而获取的能兑换商城礼品的兑换点值，会员获得积分必须是在会员支付货款、商城开出销售单之后，其流程如图 3-11 所示。

(7) 系统管理流程

系统管理的内容是发布商城出售的商品信息、发布各类通知公告、查看回复会员留言、发布广告以及设置积分标准等，其操作流程如图 3-12 所示。

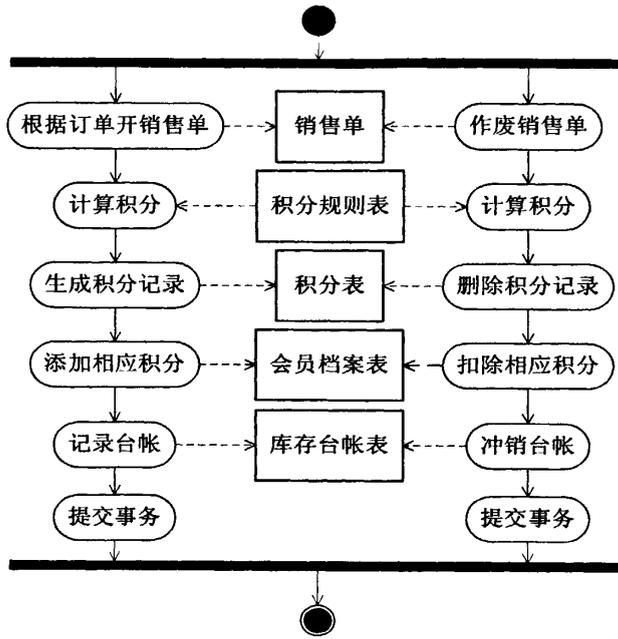


图 3-11 积分处理流程

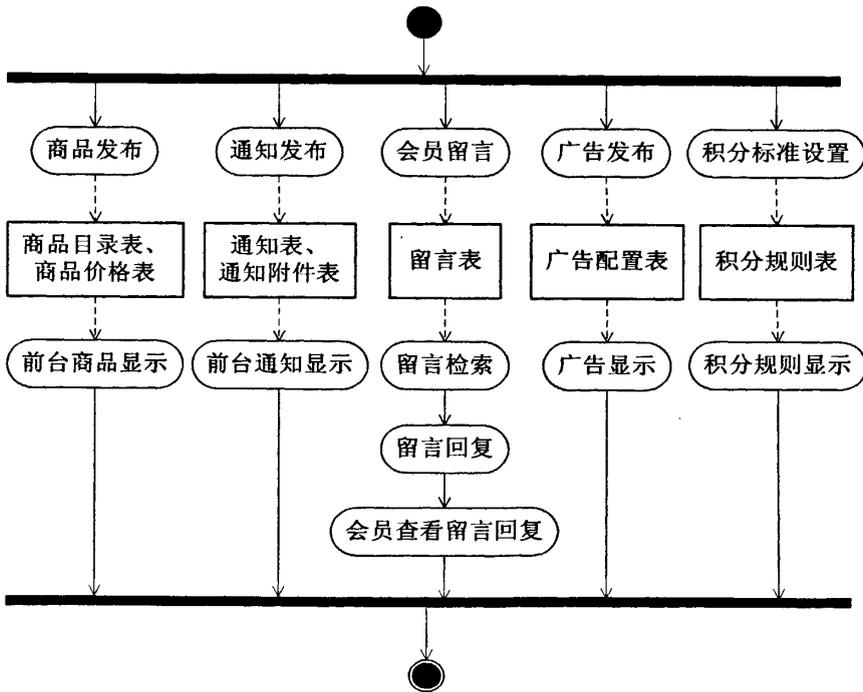


图 3-12 系统管理流程图

3.3 基于 Multi-Agent 的网上智能购物功能分析

3.3.1 网上购物系统的功能需求分析

网上商城购物系统是会员客户查看商品、订购商品、查看订单、参与网上调查、参与商城活动、兑换积分礼品等的平台，功能模块如图 3-13 所示。

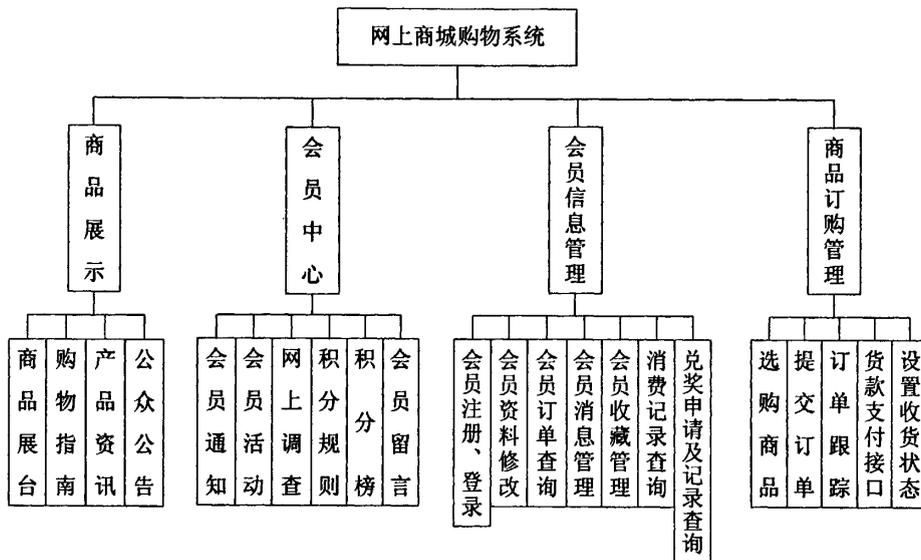


图 3-13 网上购物系统功能模块图

(1) 商品展示:

- ①商品展台：向客户提供各种商品的查询、展示和说明。
- ②购物指南：向客户提供在商场购物消费的细节说明。
- ③产品资讯：向客户展示相关产品的资讯。
- ④公众公告：展示商城发布给所有商城客户的公告通知。

(2) 会员中心:

- ①会员通知：向会员用户发布会员通知。
- ②会员活动：向会员发布活动通知。
- ③网上调查：向会员发布网上调查活动。
- ④积分规则：会员购物享受积分的规则详细说明。
- ⑤积分榜：提供会员积分排行查看。
- ⑥会员留言：提供会员与商城进行信息交流功能。

(3) 会员信息管理:

- ①会员注册、登录: 提供用户注册成准会员并登录到网上购物商城的功能。
- ②会员资料修改: 提供会员进行个人资料修改的功能。
- ③会员订单查询: 提供会员对所提交的订单进行查询的功能。
- ④会员消息管理: 提供会员对商城发布给个人的消息的查看、删除功能。
- ⑤会员收藏管理: 提供会员对喜好商品的收藏管理。
- ⑥消费记录查询: 提供会员对在商城消费的历史记录进行查询的功能。
- ⑦兑奖申请及兑奖记录查询: 提供会员进行积分兑奖和对兑奖记录进行查询的功能。

(4) 商品订购管理:

- ①选购商品: 选择中意的商品放入购物车。
- ②提交订单: 填写订单内容, 并生产新的订单。
- ③订单跟踪: 查看订单状态, 跟踪订单执行步骤。
- ④货款支付接口: 提供网上支付接口。
- ⑤设置收货状态: 进行收获确认。

3.3.2 基于 Multi-Agent 的网上智能购物分析

目前, 大部分的电子购物网站的解决方案都是采用基于 Web 技术的 Browser/Server 构架^[29], 它能够方便地实现简单的信息查询、网上订货以及电子支付等。然而, 传统的网上购物网站基本上只是简单的将物品陈列出来, 而如何为用户提供一种个性化的服务是网上购物系统向深层次发展所面临的问题; 网上购物是面向 Internet 的, 网上的交易量日益增大, 如何减少管理员的工作量, 减少工作失误, 使网上购物交易带有更多的智能性、自主性, 也是网上购物面临的问题。

智能 Agent 技术是新一代分布式计算技术, 将其应用于网上购物, 利用它所具有的智能性、自主性、灵活性、协作性等来解决传统网上购物 Web 技术的不足, 为电子商务的发展提供更好、更大的发展空间。智能 Agent 技术与传统的网上购物系统的结合, 为电子商务指明了新的发展方向。

智能 Agent 能够根据客户的消费心理、爱好、消费水平, 即使客户模糊表达购买意愿时也能替客户查看商家在网页上的“货架”, 选择客户需要或是喜欢的商品; 智能 Agent 能够根据不同的消费群的消费需求, 为他们设立不同的个人选购

“货架”，提供吻合个人口味的网页，营造一个有个人特色的网上购物环境；还可以替商家分析顾客的消费心理和趋向，自动调整“货架”商品的摆设，并向不同的消费者主动推销畅销商品；还可以记录会员客户的消费习惯，例如经常购买的商品、每次大致的消费额度等等，当出现购买异常时可以及时报警，对用户再次核对身份，具有智能安全的特性；智能 Agent 还具有智能搜索功能，为客户提供满意的服务。

网上购物的基本流程如图 3-14 所示：

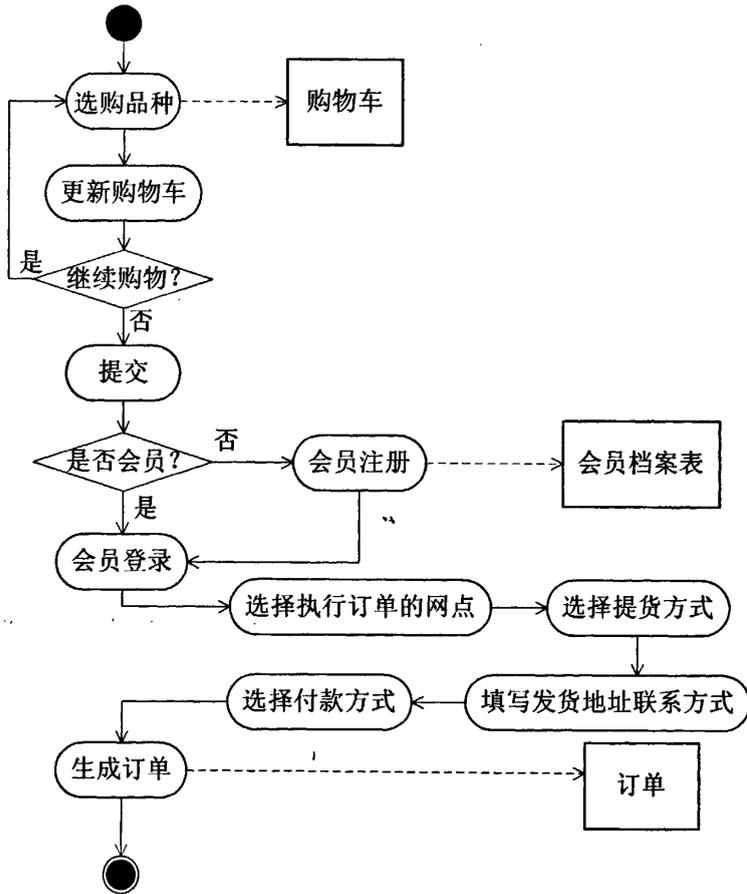


图 3-14 网上购物基本流程图

在从商品选购到订单生成的购物过程中，智能 Agent 可以做的事情有：

- (1) 与客户进行沟通，接受客户的购物请求。
- (2) 对客户的购物请求进行安全检查，确认客户的身份。
- (3) 记录客户的购买特性，如购买商品、金额等，从客户的历史购买信息中

分析客户的购买习惯，以便能根据客户的购买偏好提供个性化的“货架”服务。

(4) 从客户选择的订单执行网点的商品库中提取商品信息，并记录到数据库中。

(5) 如果本网点中没有该品种商品，将能根据客户提供的信息如客户地址信息自动搜索交易地近的网点商品信息库，并将搜索结果反馈给客户。

3.4 小结

本章主要讨论了网上商城系统的主要功能，分析介绍了网上购物系统的支撑平台——内部业务管理平台的各项主要工作流程，为后续业务 workflows 的实现提供支持；分析了传统网上购物系统的缺点，描述了 Agent 在网上购物系统中的作用。

第4章 基于工作流的智能网上商城系统的设计与实现

4.1 基于 ECO 模型驱动的系统 workflow 设计

4.1.1 基于 ECO 模型驱动的工作流实现技术

工作流是一系列相互衔接、自动进行的业务活动或任务。一个工作流包括一组任务（或活动）及它们的相互顺序关系，还包括流程及任务（或活动）的启动和终止条件，以及对每个任务（或活动）的描述。

不同工作流可以有不同的实现方法，不同的底层通讯机制，应用的范围也可能有很大的差距，但所有的工作流系统从用户的应用层上来看，都应该能够提供以下三个方面的功能支持：

首先是建立功能，即对工作流的业务流程及组成这些业务流程的活动进行定义和建模。

其次是运行控制功能，即在一定的运行环境下，负责创建、执行和控制工作流实例，激活相应的资源和应用，并完成过程中从一个活动到另一个活动的控制转移。它是整个工作流管理系统的核心部分。

最后是运行交互功能，即在工作流实例的运行中，工作流管理系统与工作流参与者（业务工作的参与者或控制者）及外部应用程序进行交互的功能。

工作流技术中多以UML表示的行为模型来描述一个业务流程。UML规范把类模型划分为静态结构模型（static structure model），以便与行为模型（behavioral model）区分开来。UML所称的行为模型包括状态机模型、活动模型、用例模型和交互模型。这类行为模型可以驱动生成器针对某些实现技术产生XML文档和代码^[30]。

根据前面章节对ECO模型驱动框架的介绍，在业务工作流程的模型建立阶段，可以在ECO的类设计器中进行UML静态业务模型的设计，而ECO状态机则允许开发人员为类设计状态图（State Diagram），来描述业务流程的变化状态，并且搭配许多自动化的功能，如触发器（Trigger）、状态警卫（Guard）、执行

效果 (Effect)、进入动作 (Entry Action)、离开动作 (Exit Action) 等, 开发人员只要设计和撰写这些自动功能需要执行的程序代码或动作语言 (Action Language)。ECO状态机自动功能说明见表4-1所示。

表4-1 状态机的自动功能

状态自动功能	说明
进入动作 (Entry Action)	在进入此状态时自动执行。使用ECO动作语言来撰写需要执行的动作。
离开动作 (Exit Action)	在离开此状态时自动执行。使用ECO动作语言来撰写需要执行的动作。
执行效果 (Effect)	当状态转变进入此状态之后, 执行效果就会自动开始执行。执行效果是使用ECO的动作语言撰写的。
状态警卫 (Guard)	当状态转变欲进入此状态时, 状态警卫返回的布尔值可以决定是否能够转换到此状态。状态警卫的规则是使用OCL撰写的。对于没有定义状态警卫的状态转换永远都返回True, 代表可以无条件地进入此状态。
触发器 (Trigger)	状态的改变是由触发器触发的。触发器是类的方法之一, 只是这个方法Is Trigger特性值是True。由于触发器是类方法, 因此可以在类图中定义触发器。当客户端调用触发器时, 就可以触发状态转换。

这些业务过程定义完成以后, 将会生成一个ECO Package (使用包架构可以增强模型的复用性, 也便于业务模型的维护), 整个业务逻辑模型就包含在这个ECO Package中, 经由ECO的模型转换, 可以把这个PIM业务模型直接转换为Delphi/C#程序代码, 这样一来, 开发人员无须编写大量的代码, 而只要专注于业务逻辑模型本身。

在工作流的运行阶段, ECO提供一个称为EcoSpace的运行框架环境, 来执行设计的业务逻辑模型, 并且根据这个业务逻辑模型来建立对象实例和执行业务规则, 还可以存取ECO框架提供的服务, 例如查询对象、存取对象、储存修改的对象, 最后通过ECO框架把修改过的对象自动借助OR Mapping的机制存储到后台的数据库中。

对应 workflow 系统的交互功能，ECO workflow 应用程序则通过 ECO 的 Handles 组件类来进行应用程序与 EcoSpace 的连接，这样就可以进行业务逻辑对象的存取以及使用各种 ECO 的框架服务，通过图形用户控制界面，可以非常直观地进行与后台系统的交互。图 4-1 是一个基于 ECO 技术的业务 workflow 设计过程示意图。

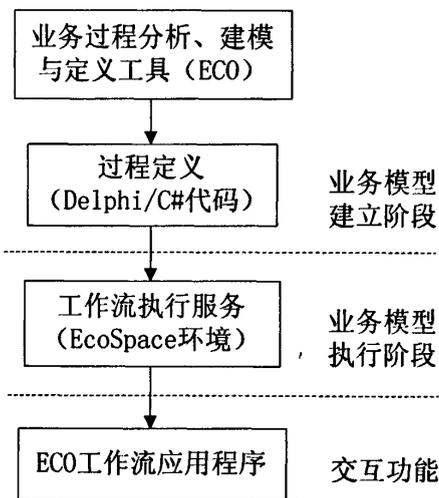


图 4-1 基于 ECO 技术的业务 workflow 设计过程图

基于 ECO 模型驱动的业务 workflow 实现步骤总结如下：

- (1) 建立 ECO 静态类图，并为需要状态支持的类建立状态图；
- (2) 在状态图中定义状态变化流程；
- (3) 在状态图中搭配使用 ECO 状态机自动功能；
- (4) 在状态图和状态机自动功能中撰写程序代码或动作语言；
- (5) 执行设计完的 ECO 应用程序。

由前一章的分析可以看出，网上商城系统是一个基于业务 workflow 设计的软件系统，是电子商务软件和企业管理软件的集成软件，它主要处理的是企业内部的信息流，实现各种票据和表单的无纸化办公，票据和表单的状态就反映了业务流程的处理过程与处理结果。

结合上述基于 ECO 模型驱动的业务 workflow 实现技术，为该系统建立业务逻辑模型，在建立的 ECO 静态类图模型中为所有需要处理的票据类和表单类建立状态图支持，并且为这些状态图定义状态的变化流程，搭配 ECO 状态机的自动化功能，就能轻松的实现业务 workflow 的控制与处理。

4.1.2 建立 ECO 静态类图

ECO内建有简化版的Together设计器，它支持各种UML图的设计，在类图设计器中可以建立系统的静态类图模型。图4-2、图4-3和图4-4是该系统的部分类图模型。

ECO静态类图最好是建立在一个ECO Package中，将这个Package编译之后，就包含了系统的架构模型，可以在不同的需要这个架构模型的企业系统中进行调用，增强了模型的复用性。

通过建立ECO的应用程序，建立一个EcoSpace来执行业务逻辑模型，在EcoSpace中调用这个设计好的ECO Package，通过ECO提供的PersistenMapper和OR Mapping技术，可以将ECO Package中的类与后台关系数据库之间建立持久连接和映射，根据这种映射关系，可以将类模型直接转换成关系型数据库中的数据结构，其类的属性就对应关系型数据库表中的字段，属性的类型就对应数据表中字段的数据类型。如此一来，系统数据库的设计也不需要手动进行设计，只要专注在业务逻辑模型的设计，这样便可提高软件开发的抽象层次，进而提高了系统开发的速度和质量。

4.1.3 建立 ECO 状态机模型

在ECO静态类图建立好以后，就可以为需要状态支持的类建立状态机图。在ECO的类图中，可以为该类添加一个状态机，随后进入状态机的编辑视图。ECO状态机提供了一系列的状态图工具，状态图工具说明见表4-2。

状态图建立完毕以后，就可以为这些“状态”和“状态转变”撰写业务处理的程序代码或动作语言，以便实现业务流程的处理。

在本网上商城系统中，处理的基本上都是表单和票据，这些表单和票据类的状态反映了工作流程的变化过程。这些需要状态支持的表单和票据类有：订单、销售单、出库单、入库单、年度总账、库存盘存表、货款结算表等。

4.1.4 执行 ECO 模型

在静态模型和状态机模型都搭建完毕之后，就完成了企业业务逻辑模型的建立，这个业务逻辑模型包含了业务工作流程的处理，接下来就是设计客户端程序，新建立的ECO应用工程会自动建立一个EcoSpace来执行业务逻辑模型，在

应用的时候，ECO通过Handles组件类来建立应用程序和EcoSpace之间的沟通；建立应用程序和ECO框架之间的沟通；提供执行OCL语句并且管理结果对象集的功能；提供代表执行OCL语句的结果对象集的类似对象指针的功能；提供业务逻辑对象之间订阅的功能；实现.NET Collection类需要的接口，以便可以使用for...in循环和IEnumerable接口存取业务逻辑对象的能力；实现.NET图形用户界面需要的接口以便让对象集和数据集一样能够显示在.NET的控件中，等等诸多功能。通过ECO提供的丰富的接口类来实现客户端和逻辑模型的连接，通过调用在状态机模型中设计的触发器来进行业务工作流的处理。

表4-2 状态图中的工具

图示	说明
 Initial	状态机起始阶段。开发人员在状态图中定义一个起始点，当ECO应用程序的状态机启动时它的状态就从这点开始改变。
 State	开发人员使用这个工具定义各种不同的状态，每一个状态可以定义状态名、状态的进入动作和状态的离开动作。
 Final	状态机结束阶段。当对象的状态进入结束点时，对象会被自动删除。
 Transition	状态转变。开发人员使用这个工具定义状态之间的改变路径。在每一个状态转变中开发人员可以定义执行效果、状态警卫和触发器以便在状态改变时自动执行程序代码或动作语言。

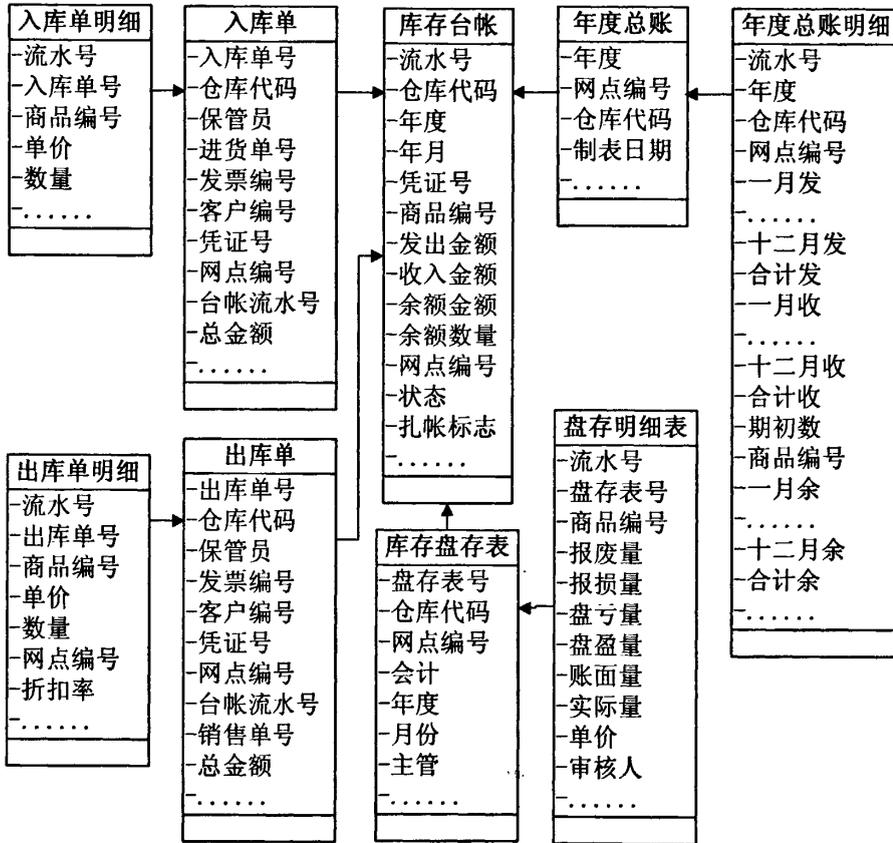


图4-3 库存类图

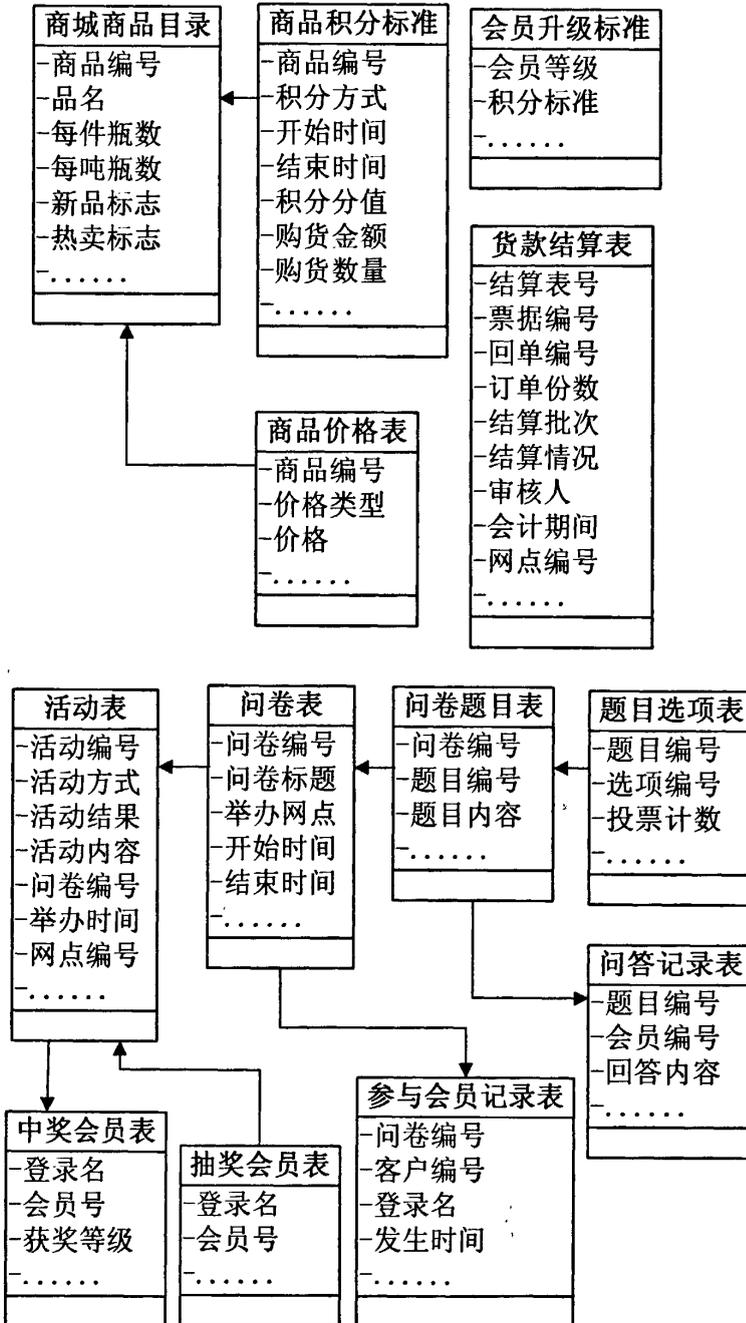


图4-4 商城类图

4.1.5 订单审批流程举例分析

下面以系统中最常见的订单审批流程为例，来说明该方法的应用。

根据上一章的流程分析，订单审批流程的主要处理对象是订单，客户通过注册成为商城的会员，提交购物订单，一份用户新提交的订单是处于“待审”状态，经过审批员审查之后，如果同意执行订单，则订单状态会变为“通过”状态，如果不同意执行订单，则订单状态会变为“拒绝”状态，审批结果会通过邮件的方式通知会员客户，以便客户能及时得到结果，进而及时进行后续诸如付款之类的操作。

首先建立静态类图，然后在订单类order上添加状态机支持，如图4-5所示，并且添加两个触发器approve和deny，分别用来触发订单从“待审”状态到“通过”状态和从“待审”状态到“拒绝”状态的转变。

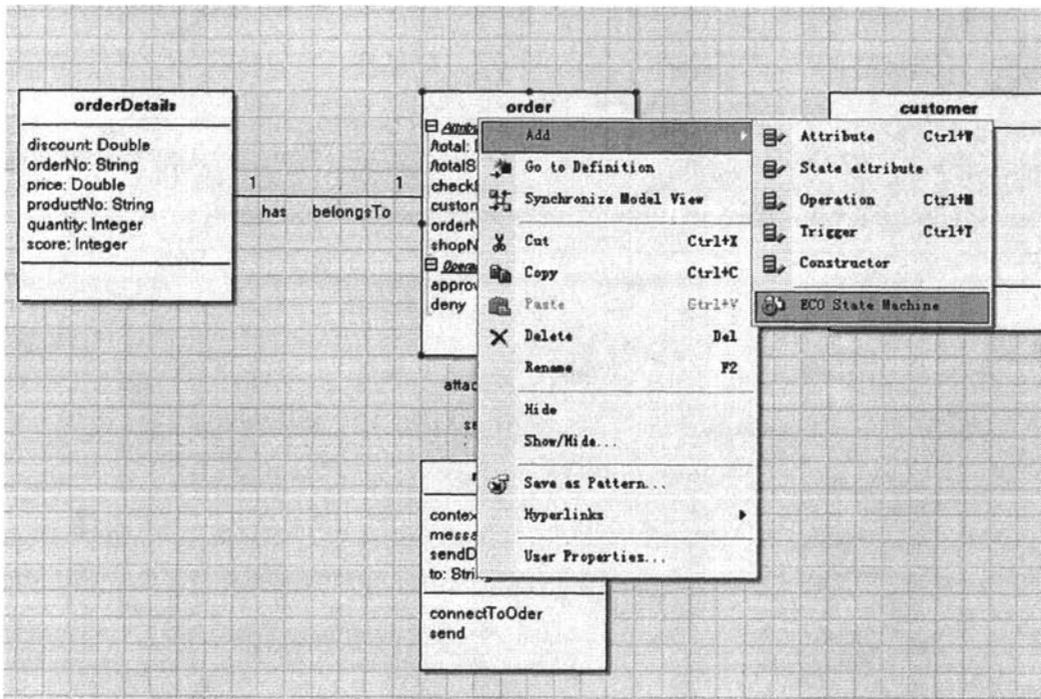


图4-5 为类添加状态机支持

进入状态机视图编辑页面，状态机图的真正好处就是能够可视化一个流程从一个状态到另一个状态的转移，图的优势比从代码里得到的信息更为直观。在状态机图的编辑器中，建立好订单的状态流程图，如图4-6所示。图中状态之间的转变（Transition）可以在对象观察器中设置其触发器属性，所有在类中定义

的触发器都是可以选择的，如图4-7所示。

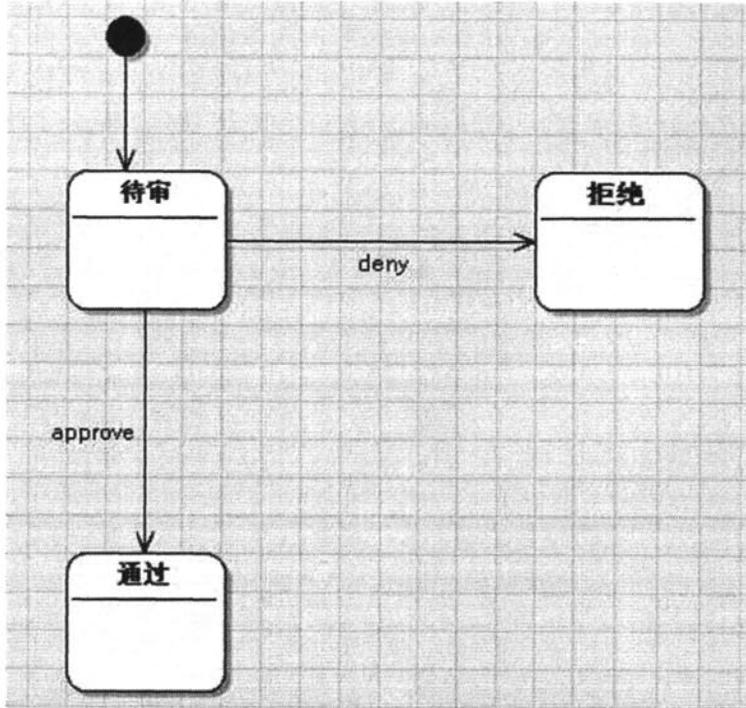


图4-6 订单状态流程图

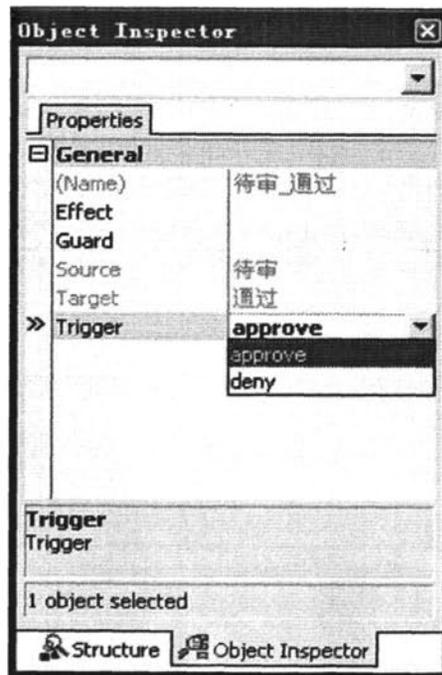


图4-7 为状态转变选择触发器

当订单从“待审”状态进入“通过”状态或者“拒绝”状态时，按照设计需要，必须生成一个新的消息，以邮件的方式发送给会员用户，这里选择状态的“Entry

Action”功能，在其中撰写程序代码和动作语言，如图4-8所示。

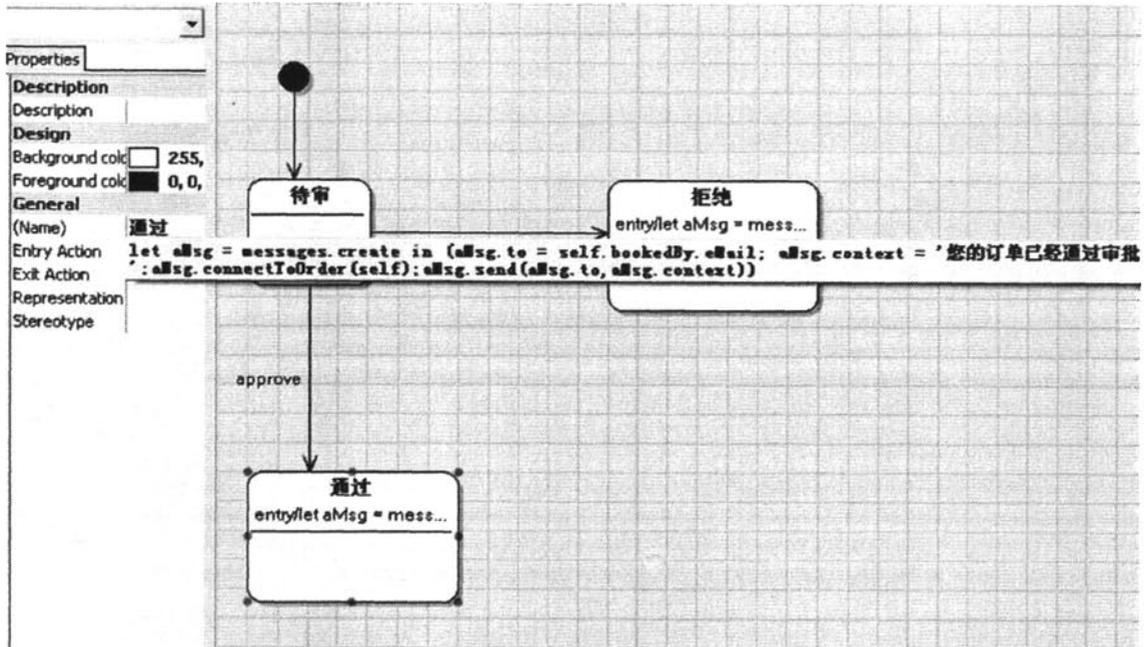


图4-8 进入状态动作功能设置

在“通过”状态，Entry Action的动作语言如下：

```
let aMsg = messages.create in (aMsg.to = self.bookedBy.eMail; aMsg.context = '
您的订单已经通过审批，请尽快进行付款操作，以便能够及时收货
';aMsg.connectToOrder(self); aMsg.send(aMsg.to,aMsg.context))
```

在“拒绝”状态，Entry Action的动作语言如下：

```
let aMsg = messages.create in (aMsg.to = self.bookedBy.eMail; aMsg.context = '
对不起，您的订单没有通过审批，暂时不能执行您的订单！
';aMsg.connectToOrder(self);aMsg.send(aMsg.to,aMsg.context))
```

上述动作语言中，let操作数建立一个messages对象aMsg，就是邮件消息类对象，然后在in操作数的括号中初始化建立的aMsg，最后调用messages类的方法send(aMsg.to,aMsg.context)来发送邮件。这些类的方法在进行模型设计的时候已经进行了定义。

通过添加一个订单来查看执行效果，如图4-9所示。

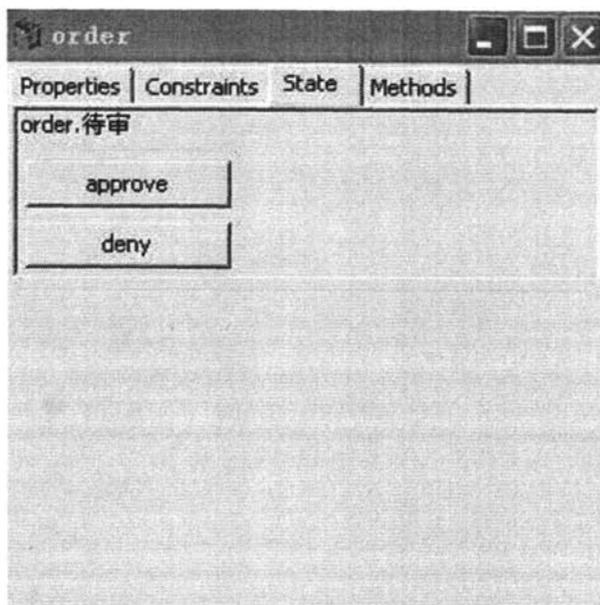


图4-9 订单初始状态

图中可以看出，订单在审批之前是处于“待审”状态，在客户端还有两个触发器“approve”和“deny”，调用“approve”或者“deny”就能审批订单，如图4-10所示。

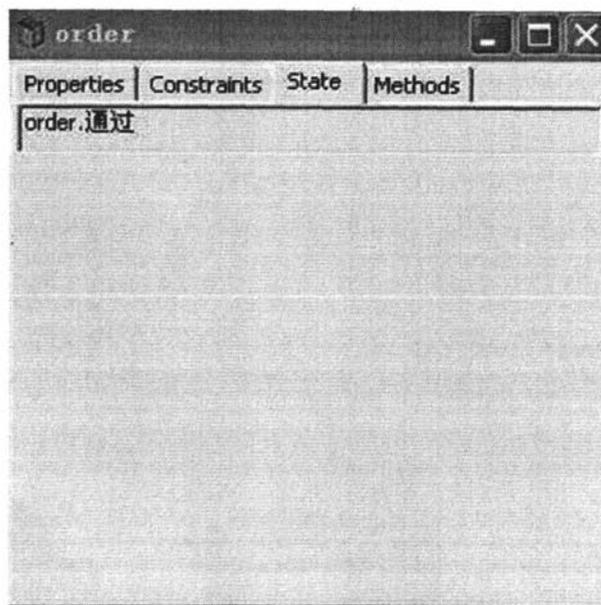


图4-10 订单已经通过审批

而且，在同时将会生成一个messages对象即邮件消息，如图4-11所示。



图4-11 生成的邮件信息内容

可以看出，生成的邮件是属于（attachTo）订单（order）的，即订单通过审批的时候生成了一个邮件对象。

至此，订单审批的工作流程就完成了。在实际的业务平台的订单审批页面中，只需要在“批准”和“不批准”的按钮事件中分别设置调用触发器“approve”和“deny”就可以完成订单的审批，如图4-12所示。

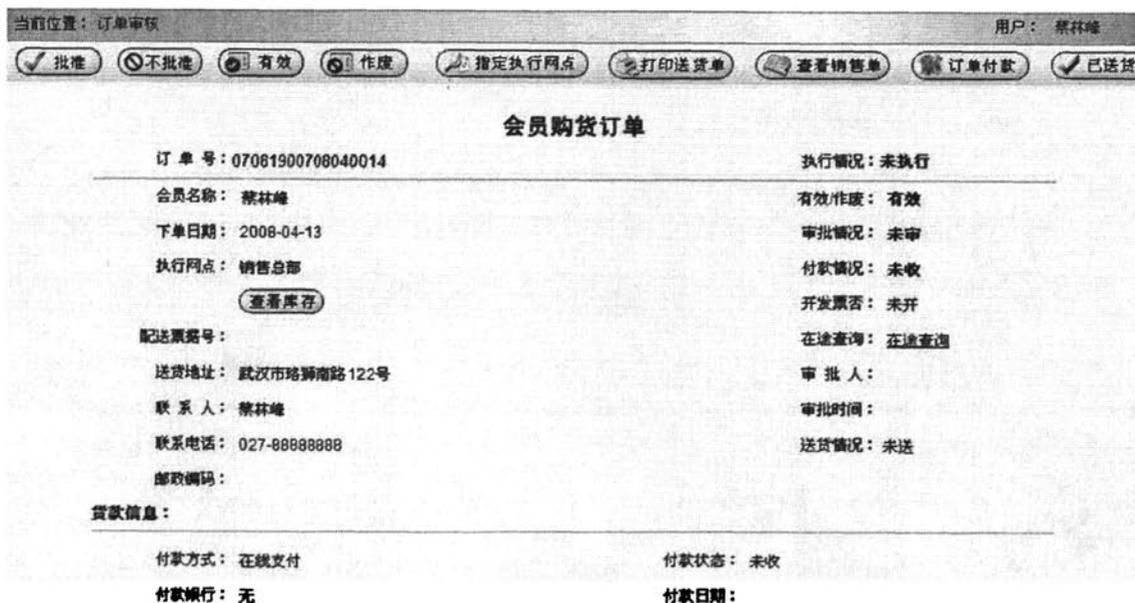


图4-12 订单审核页面

“批准”代码如下，“不批准”过程类似。

```
procedure TorderSp.Ibtn_OK_Click(sender: System.Object; e:
System.Web.UI.ImageClickEventArgs);
var
    aOrder: order; //定义订单对象变量
begin
    .....
    //实例化订单对象，通过ECO定位到要审批的订单
    aOrder := order(rhRoot.Element.GetAsCollection[0].AsObject);
    .....
    //调用触发器approve通过审批
    aOrder.approve;
    .....
    //设置页面显示属性
    Label_ddzt.Text:=PubFunctions.DBGetValue('select dmmc from t_xtgl_dm
with (nolock) where dmlx="pos_ztbz" and
dmzm='+Qstr(Session[fPagename+'ddzt'].ToString));
    Label_spqk.Text:='批准';
    Commit; //提交到数据库
end;
```

由实例可以看出，基于ECO模型驱动的工作流实现技术可以很方便地实现业务工作流，主要的工作在模型设计阶段完成，而在客户端不需要编写过多的代码，只需要调用设计好的触发器，即可完成工作流的执行。

系统中其它业务流程的设计与实现过程与上述审批流程类似。基于ECO模型驱动的工作流实现技术最大的好处就是可以提高软件开发的抽象层次，将业务工作流的处理过程内建在模型中，设计开发的过程主要集中在业务逻辑模型的建立和维护上，可以提高模型的复用性，编写的代码量小可以减少代码编写的漏洞，有助于提高软件的质量。

4.2 基于 Multi-Agent 的网上智能购物系统设计

4.2.1 智能购物系统的基本需求

网上购物功能是网上商城前台系统提供的最主要的功能，是直接提供给消费者使用的，是企业 B2C 电子商务系统的门面。由于生产企业 B2C 电子商务系统所提供的商品都是本企业的产品，属于专卖性质，商品价格根据企业的生产成本来订制，不存在价格协商的环节，因此，传统生产企业 B2C 系统除了依靠可靠的产品质量吸引消费者外，为消费者提供个性化智能化的购物服务将是吸引消费者的另一重要手段。个性化智能化的服务应该包括：根据客户的资料，即使客户模糊表达购买意愿时也能查看商家在网页上的“货架”，选择客户需要或是喜欢的商品；设立不同的个人选购“货架”，提供吻合个人口味的网页，营造一个有个人特色的网上购物环境；可以分析顾客的消费心理和趋向，自动调整“货架”商品的摆设，并向不同的消费者主动推销畅销商品；还可以记录会员客户的消费习惯，例如经常购买的商品、每次大致的消费额度等等，当出现购买异常时可以及时报警，对用户再次核对身份，具有智能安全的特性；还应具有智能搜索功能，为客户提供满意的服务。

提供个性化的服务关键是如何捕捉用户的需求，捕捉的因素就体现在对消费者的购物偏好进行分析。智能化的服务关键是如何实现消费者的模糊购买意愿，以及如何实现购物安全。

由于 Agent 具有智能型、自主性、灵活性、协作性等特点，将 Agent 引入该系统，完成该购物模块的主要功能：实现与顾客的交互，确保客户安全购物，提供智能搜索功能，从客户历次的购买历史中，自动学习和模仿客户的偏好^[31]，提供个性化服务页面等。

4.2.2 基于 Multi-Agent 的购物系统设计

根据前面的的功能需求分析，结合多 Agent 系统的结构特点，可将 Agent 独特的智能性引入进来，将购物过程的功能模块 Agent 化，从而构成基于 Agent 的智能购物模块。网上购物是基于 Internet 的一种购买方式，顾客遍布全球各地，不能强求顾客在本地机器上安装 Agent 软件，因此，在网站的服务器端执行智能 Agent 的各项功能，这样可以大大减少网络通信的费用与压力。其具体结构如图

4-13 所示。图中所标序号为顾客购物流程。

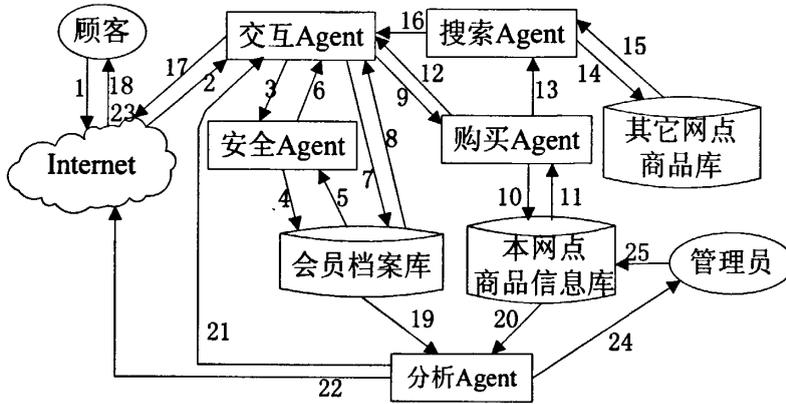


图 4-13 基于 Multi-Agent 的购物系统结构及工作流程图

智能购物模块结构可划分为交互Agent，安全Agent，购买Agent，搜索Agent和分析Agent。所有Agent互相分工协作^{[32][33]}，共同构成一个Multi-Agent的智能购物系统。各Agent的具体功能分别为：

(1) 交互Agent：负责与客户之间的信息交互，将客户登录信息交由安全Agent进行验证，将新客户信息记录到客户档案库中，根据分析Agent的反馈客户信息，调用符合该客户的个性化“货架”信息，将客户的购物数据交由购买Agent处理，接受来自搜索Agent的反馈信息，并反馈给客户进行处理。

(2) 安全Agent：负责验证用户的登录请求，并将验证结果反馈给交互Agent。如果客户购买发生异常，比如说与客户购买习惯不符，突然发生大幅超出平时购物额度等时候，它要再次验证客户信息，以实现购物智能安全的特性。

(3) 购买Agent：接收传递自交互Agent的客户购买数据，提取本网点上的商品信息，最终生成一个购物订单。如果本网点没有客户购买的商品，则将用户购买商品信息传递给搜索Agent来处理。

(4) 搜索Agent：接收来自购买Agent的用户购买商品信息，根据用户填写的送货地址信息等数据，搜索离交易目的地最近的执行网点商品信息库，并将搜索的结果反馈给交互Agent，由交互Agent通知用户进行购物执行网点的更改信息。

(5) 分析Agent：定期分析会员档案和其购物历史数据，分析客户的购买习性，负责用户偏好信息的获取和维护，并将分析结果通知给交互Agent，以便交互Agent能根据不同的客户习惯整理客户“货架”，提供个性化的服务页面。Agent

获取用户偏好有两条途径：被动获取和主动获取^[34]。被动获取是让用户填写一份偏好信息表，系统将其规格化后存入偏好知识库。主动获取是指系统根据用户的购买行为，主动捕捉用户的行为倾向，依此修正偏好知识库中现有的偏好知识。因为不可能要求用户每次购买都填写偏好信息表，也不能保证所填写的信息完全准确可信，因此偏好获取应以主动获取为主，被动获取为辅。分析 Agent 将对本地商品库的分析数据反馈给管理员，通知管理员对商品库进行更新。分析 Agent 通过 Internet 向客户发送商品的最新消费动态和商品的最新发布信息。

顾客购物流程如下：

1-2: 顾客通过 Internet 向网上商城交互 Agent 提出购买请求。

3: 交互 Agent 通知安全 Agent 对顾客的身份进行检查。

4-5: 安全 Agent 从会员档案库中搜索该顾客的资料信息，如个人密码等，与申请者的特性进行比较，对其身份进行确认，若查不到该申请者的信息，就确认为新顾客。

6: 安全 Agent 将判断结果返回给交互 Agent。

7-8: 若安全 Agent 返回的信息是该顾客为新顾客，则交互 Agent 就为该顾客在会员档案库中建立新的档案；若安全 Agent 返回的信息是该顾客是老会员，则交互 Agent 就从会员档案库中提取出该会员的个人信息，向该会员展现个性化的网页，并记录该会员此次的购物特性如购买商品、金额等。

9: 交互 Agent 将会员的购买信息交付给购买 Agent。

10-11: 购买 Agent 从本网点商品库中查找相应的商品，并将相关的商品信息如被购买的数目等存入商品库中。

12: 如果购买 Agent 查找到了该商品则将消息反馈给交互 Agent，以便客户付款购买。

13: 如果没有查找到该商品信息，则购买 Agent 将商品信息传递给搜索 Agent。

14-15: 搜索 Agent 搜索其它网点的商品库。

16: 搜索 Agent 将搜索结果直接反馈给交互 Agent。

17-18: 交互 Agent 通过 Internet 与客户联系（若是在其它网点购物，则需要通知客户更换购买网点），完成后续付款等操作。

下面为分析 Agent 的操作流程，该功能主要对用户的购买结果按系统设定的偏好类型进行分析，其分析结果用于指导管理员调整商品库，以迎合顾客的消

费习惯，方便顾客选购商品。下述分析操作功能是系统定期进行的，而不是每次购物都必须进行的操作：

19-20：分析 Agent 定期对顾客资料和本网点商品库进行分析，掌握商品消费动向以及顾客的消费习惯等。

21：分析 Agent 将分析结果通知交互 Agent，以便其能根据不同客户的消费习惯，给客户整理“货架”，提供个性化的服务页面。

22-23：分析 Agent 通过 Internet 向顾客发送消费动态，发布最新商品信息。

24：分析 Agent 通知管理员对网点商品库进行整理，如增加或者删减商品等。

4.2.3 系统数据库设计

系统数据库中主要用到的数据包含会员档案表 (UserInfo)、管理员信息表 (AdminInfo)、购物订单表 (Order)、订单详细表 (OrderDetails)、商品目录表 (ProductItems)、商品价格表 (ProductPrice)、商品类别表 (ProductClass)、购买历史表 (PurchaseHistory) 以及存储分析 Agent 分析结果的个性化信息表 (Personality) 等，大部分数据表与业务平台系统公用，这里主要介绍一下个性化信息表。

个性化信息表存储的是分析 Agent 根据不同顾客的购买历史以及购物偏好分析得出的个性化数据，每个合法的客户都应具有一个个性化信息表。表 4-3 列出了个性化信息表的部分内容。

表 4-3 个性化信息表

编号	字段名称	数据类型	说明
1	UserID	Varchar	所属客户编号 (主键)
2	ProductID	Varchar	购买的商品编号 (主键)
3	ProductClass	Varchar	商品所属类别
4	Quantity	Int	该商品的上次购买数量
5	UnitCost	Decimal	该商品的单价
6	NumOfTimes	Int	购买该商品的总次数
7	TotalQuantity	Int	该商品历史购买总的数量
.....

4.2.4 智能 Agent 购物系统程序设计

智能购物系统是系统业务层包含的网上商城业务系统的一个部分。在业务系统层中,采用.NET技术扩展 Agent类,具体构造了交互 Agent(ExchangeAgent)、安全 Agent (SecurityAgent)、购买 Agent (PurchaseAgent)、搜索 Agent (SearchAgent) 和分析 Agent (AnalyzeAgent) 等类。

各 Agent 间通过标准的 ACL 通讯原语实现通讯。ACL 语言源于 KSE (Knowledge Sharing Effort)^[35], KSE 工作产生 KQML, 对 FIPA-ACL^{[36][37]}产生重要影响。

KQML 和 FIPA-ACL 作为 Agent 的通信语言, 提供交换信息和知识的工具, 要求能清楚地表达一条信息的内容和意图, 具有简明的语法和清晰的语义, 并且所传消息的知识背景也应该为通信的各方所掌握, 保证传送消息的高效性和明确性。在 KQML 中的参数是用一种叫 KIF 的形式化语言来表达的。FIPA-ACL 则使用的是一种称之为 FIPA SL 的形式化定义语言, 通常, FIPA-ACL 以 FIPA SL 作为它的内容语言。

XML 文档不是传统意义上的文档, 是一种可自描述的数据库化的文档, 可以按照不同领域的特定需要构造一套文档类型定义 (Document Type Definition, DTD)。面向内容的标记, 可以使计算机很容易理解数据的含义。

用 XML 对 ACL 消息编码有利于开发和维护分析, 已经有现成的 XML 的解析操作工具和构件可以使用。用 XML 来描述的 ACL 更加适应 WEB 应用。FIPA XC00071C^[38]描述了 ACL 通信语言的 DTD 定义。下面给了出一个 FIPA ACL 用 XML 编码的格式。

```
<? xml version=1.0>
<! DOCTYPE fipa_act SYSTEM 'fipa_act.dtd'>
<message>
  <messagetype> inform </messagetype>
  <messageparameter>
    <sender link = "http://www.whut.edu/agent_a"> agent_a </sender>
  </ messageparameter >
  <messageparameter>
    <receiver link = "http://www.whut.edu/agent_b"> agent_b </sender>
```

```

</ messageparameter >
<messageparameter>
  <ontology link = "http://www.whut.edu/agent_a/ontology/laptop.html">
laptop </sender>
</ messageparameter >
<messageparameter>
  <content> contents </content>
</ messageparameter >
<messageparameter>
  <language link = "http://www.whut.edu/kif.html"> kif </sender>
</ messageparameter >
</message>

```

以下以交互 Agent 调用合法用户的个性化“货架”显示为例，描述其程序模型，其它 Agent 类似。具体运行过程为：用户通过 IE 浏览器客户端访问 Web 服务器，服务器端自动创建一个交互 Agent 来接收客户的请求，并将客户的登录验证信息交给安全 Agent，在用户登陆通过身份验证的过程中，ASP 会访问用户个性化信息数据库，对应每一个合法用户，都会存在一个该用户的个性化信息，个性化信息是通过分析 Agent 对客户购物偏好以及购物历史记录的学习得来并保存在数据库中的。以下字符串记录了该用户的信息，包括用户 ID、用户等级等。使用 XML 表示^[35]，格式如下：

```

<KEY>
<UserInfo>
  <UserID> 001000000001070819007 </UserID>
  <UserRank>02</UserRank>
</UserInfo>
</KEY>

```

系统把这些字符串传送到交互 Agent 中，在交互 Agent 中会启动一个 DOM（文本对象模型）对象，通过 XML 的字符串对这个 DOM 对象进行初始化，在 DOM 对象构造好以后，交互 Agent 可以调用 DOM 对象，搜索客户个性化信息库，提取客户感兴趣的商品，显示在该用户的个人货架上，为用户提供个性化服务，如图 4-14 所示。



图 4-14 个人化货架展示

4.2.5 基于 SOAP 的 Multi-Agent 间的通信

Multi-Agent 中要解决的关键问题就是 Agent 间的通信问题, 最常用的 Agent 通信方式是消息传递和 Agent 通信语言^[39]。Agent 通信语言(如 KQML)可以解决 Agent 间的知识共享问题和异质 Agent 的通信问题, 但无法实现系统内部复杂的活动激活机制。设计消息机制, 可以很好地解决 Agent 之间的协作和协商问题。

简单对象访问协议 (Simple Object Access Protocol, SOAP)^[40]是在分散或分布式的环境中交换信息的简单的协议。利用 SOAP 的消息机制可以实现多 Agent 间的消息交换过程。使用 SOAP 消息机制可以实现异构系统之间信息的共享和交互, 极大地提高了企业的竞争优势。

SOAP 消息是从发送方到接受方的一种基础的传输方法, 它通常与用于传输信息的网络协议绑定, 如 HTTP、SMTP、FTP 等, 这样 SOAP 消息可以方便地在网络中传输。SOAP 消息请求/响应机制如图 4-15 所示。

对于 SOAP 消息而言, SOAP 消息的传送是依靠传输协议的传输具体数据的那一部分来完成的^[41], 也就是说, 传输协议的控制部分完成交互模式, 而传输协议的数据部分传送 SOAP 消息。

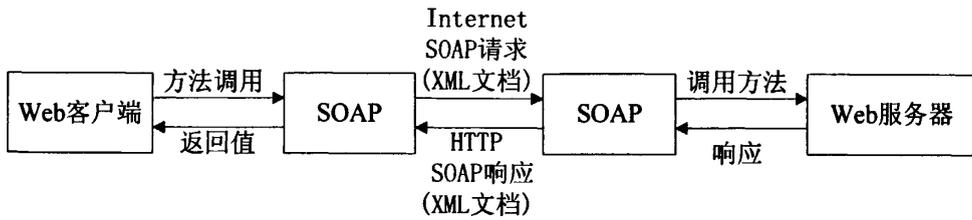


图 4-15 SOAP 消息的客户端和服务端之间的请求/响应机制

4.3 网上商城系统的软件实现结构

网上商城系统软件结构如图 4-16 所示。

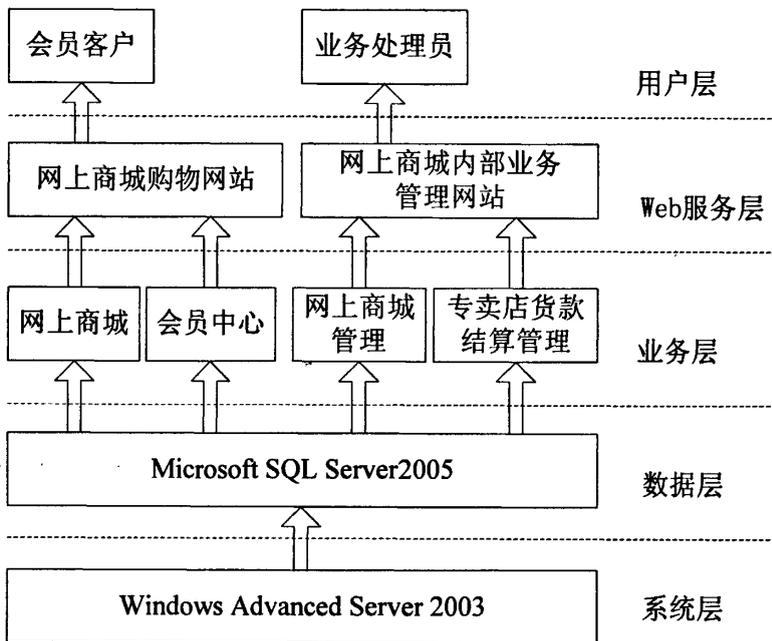


图 4-16 网上商城系统软件结构图

软件配置方案：此系统构架于 Windows 2003 Advanced Server 服务器，微软 IIS6.0 Web 服务器。数据库使用 Microsoft SQL Server 2005 在表单的制作和数据源的建立、连接方面都比较方便。代理服务器为 Ms Proxy Server、Web 服务器为 IIS + FrontPage 扩展服务、网站设计使用 Macromedia Dreamweaver 和 Macromedia Dreamweaver UltraDev、图象处理使用 PhotoShop、Macromedia Flash

和 Macromedia FireWorks、应用开发用 Borland Developer Studio2006。各种先进的开发工具为开发应用软件提供了可靠的技术基础。操作系统、大型数据库运行安全可靠，且具备了处理因特网应用的功能，通过因特网可构建大型、跨地域的网络数据库应用。

用 .NET 平台来开发基于 ASP.NET 的 B/S 应用^[42]。在项目设计阶段，使用 UML 建模语言设计业务域对象模型，从模型出发，定义业务域对象，然后使用标准美观的组件对业务域对象进行操作，设计某些方法将业务域对象保存到数据库，或者从数据库加载，这就是通常所说的 OR Mapping 对象-关系映射问题。

4.4 小结

本章给出了一种基于 ECO 模型驱动的工作流实现方法，阐述了其实现过程，并将这种实现方法应用到内部管理平台系统中，举例详细说明了其在该系统中的应用。针对网上购物的当前发展状况，结合多 Agent 系统的特点，构建了一个基于 Multi-Agent 的个性化智能化的前台购物系统，讨论了其具体设计方案，它有效地解决了现有系统在交互方式、自适应用户兴趣和信息源的变化等方面的不足，能满足不同用户个性化服务的需求，也增强了企业电子商务的客户体验，为电子商务的蓬勃发展提供了新的方法。

第 5 章 结论与展望

5.1 工作总结

企业 B2C 网上商城是产品、服务或信息的发布,包括请求者、发送渠道和供给者应用在业务与技术风险中公认的方法和可接受的设想,其核心支持技术是 workflow 技术。workflow 技术主要是利用计算机科学技术,并结合企业具体产品开发过程与经营管理进行信息化软件系统的应用开发,达到企业经营和生产过程全自动或半自动化的执行和管理。

本文在研究 workflow 及 workflow 管理技术的基础上,给出了一种基于 ECO 模型驱动的工作流实现方法。基于模型驱动的工作流技术可以使开发人员在开发系统的过程中,将系统的业务处理流程内建在系统的业务模型中,不必过多的编写业务工作流的处理代码,只需要关注业务逻辑模型的建立和维护,这样可以避免由于编程的失误造成业务工作流处理的错误,站在模型的高度开发系统,提升了抽象的层次,进而提高了软件的开发质量和开发速度,使得系统的维护工作主要体现在对业务逻辑模型的维护,业务流程的改变并只需在业务模型中更改,而不需要在应用程序中更改,提高了模型的复用性。

网上购物从来都是网上商城中重要的一部分。本文在分析普通网上购物系统存在问题的基础上,引入智能 Agent,构造了一个基于 Multi-Agent 的智能购物系统,Agent 运行在服务器端,省去了需要客户安装 Agent 的不便。客户在登录系统后,智能 Agent 根据客户的个性化信息,提供一个符合该客户品味的购物“货架”,构造一个个人化的购物环境,对于客户的购物申请,智能 Agent 会记录该客户的购物历史,并对客户的所购商品进行搜索,生成购物订单,Agent 还根据更新的客户购物历史,分析该客户的购物喜好变化和购物习惯,在客户下一次登录系统时,提供或许变化了的个性化环境。在客户购物发生异常时,如本次购物不符合客户购物习惯,Agent 会再一次要求验证客户的身份,进而加强购物的安全性。

最后,结合提出的基于 workflow 和 Agent 的设计思想,运用面向对象方法,实现了在企业 B2C 网上商城中的应用,从而验证了本文所做工作的可行性。

5.2 工作展望

本系统的设计已经初步完成，但是它并不是一个完善的系统。由于作者知识水平的局限性以及实际实现技术的关系，有些问题的研究还不够深入，这也是本系统下一步需要研究的问题。

以下几个方面是今后进一步需要研究的内容：

- (1) workflow系统的性能测试与监控；
- (2) 多个 Agent 同时工作，如何改善对系统速度的影响；
- (3) 系统中使用到了 workflow技术和 Agent 技术，如何将两者有机结合，充分发挥 workflow技术的灵活性和 Agent 技术的智能性，这也是发展的方向；
- (4) 系统的安全性有待加强。虽然在系统的设计过程中也进行了安全考虑，但是还不十分充分，应该应用较新的加密技术设计出更加安全的解决方案。

由于作者水平有限，论文中一定有不足和不妥之处，恳请各位老师和同学批评、指正。

参考文献

- [1] 范玉顺. workflow管理技术基础[M]. 清华大学出版社, 2001,4.
- [2] Wil van der A. Max van H K Workflow Management: Models, Methods, and Systems[M]. Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 2002.
- [3] Tracy,B. E-Tailing: What web customers really want. Advertising Age's Bussiness Marketing, 1998, (83): P39-42.
- [4] 李红, 梁晋. 电子商务技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.10.
- [5] 徐峰, 吕建, 陶先平等. MABEMS: 一个基于移动 Agent 的电子市场空间[J]. 南京大学学报: 自然科学版. 2002,38(2): 131-138.
- [6] 范玉顺, 吴澄. workflow管理技术研究及产品现状及发展趋势[J]. 计算机集成制造系统——CIMS.2000,6(1):1-13.
- [7] 范玉顺, 王刚, 高展. 企业建模理论与方法学导论[M]. 清华大学出版社, 2001,10.
- [8] Workflow Management Coalition. The workflow management reference model. Document number WFMC-TC-1003.
- [9] Peter,Lawrence. Workflow Handbook. Chichester, West Sussex, England; New York: John Wilev & Sons, c1997.
- [10] The First Reference Implementation of the OMG MASIF Mobile Agent System Interoperability Facility. www.omg.org/docs/orbos/98-04-05.pdf.
- [11] Anneke Kleppe, Jos Warmer, Win Bast. 解析MDA[M]. 鲍志云译. 北京,人民有点出版社, 2003,6.
- [12] Chunying Zhao, Kang Zhang. Transformational Approaches to Model Driven Architecture - A review[C]. Software Engineering Workshop, 2007. SEW 2007. 31st IEEE, March 6 2007-Feb. 8 2007 Page(s):67-74
- [13] 李维. Delphi MDA/DDA程序设计——使用ECO[M]. 北京:电子工业出版社, 2007.3.
- [14] Jos,Warmer. Anneke,Kleppe. Object Constraint Language, Getting Your Models Ready for MDA, Second Edition. New York, Addison Wesley, 2003:68-72.
- [15] White,J. Telescript Technology: Mobile Agents. Bradshaw J. Software Agents. MA: MIT Press ,1996.
- [16] Russell,S.J., P.Novig. Artificial Intelligence: a Modern Approach. Paramus: Prentice Hall PTR, 2002.

- [17] Franklin,S. Graesser,A. Is It an Agent or Just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents. In: Proc. Of 3rd Int. Workshop on Agent Theories, Architecture, and Language (ATAL'96), 1996.
- [18] Michael,Wooldridge. R,Jennings. Agents Theory-Intelligent Agents. Berlin: Springer-Verleg, 1995.
- [19] Michael,Wooldridge. 石纯一等译. 多 Agent 系统引论[M]. 北京:电子工业出版社, 2003,10
- [20] 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: 42-56.
- [21] Alexander,Artikis. Jeremy,Pitt. Christos,Stergiou. Agent Communication Transfer Protocol [C]. Proceedings of the fourth international conference on Autonomous Agents table of contents; 2000: 491- 498.
- [22] Adam Pease, Standard Upper Ontology Knowledge Interchange Format [EB/OL]. <http://cl.tamu.edu/discuss/kif-100101.pdf>, 2004-02-18.
- [23] Tim,Finin. Yannis,Labrou. James,Mayfield. KQML as an Agent communication language[C]. Edinburgh UK: Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Knowledge Management, 1995: 1-22.
- [24] 黄必清. 虚拟企业系统的理论与技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 231-250.
- [25] IEEE Foundation for Intelligent Physical Agents. FIPA Rationale [EB/OL]. <http://www.cselt.stct.it/fipa/fipa-rationale.htm>, 1996/1996.
- [26] Foundation for Intelligent Physical Agents. FIPA ACL Message Structure Specification [EB/OL]. <http://www.fipa.org/>, 2002.
- [27] Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent Agents: Theory and Practice [J]. Knowledge Engineering Review, 1994, 1 (2) : 115-152.
- [28] 唐宏超. 基于 Multi-Agent 的专卖店网络分销管理系统[硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学信息过程学院, 2006.
- [29] 王曰芬, 丁晟春等. 电子商务网站设计与管理[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- [30] David S. Frankel. 应用 MDA[M]. 鲍志云译. 北京: 人民邮电出版社,2003.
- [31] 范雪莉等. 个性化电子商务网站的研究与实现[J].计算机应用,2002,(6).
- [32] 李常洪. 多 Agent 合作机制与合作结构研究[硕士学位论文]. 天津: 天津大学管理学院, 2002.
- [33] 陈德军, 李婷, 周祖德. 基于多 Agent 自动协商的电子商务系统的研究[J]. 微计算机信息, 2007,23: P164-165.
- [34] 张社华, 刘永才, 刘德. 网上导购系统的一个解决方案[J]. 上海大学学报 (自然科学版),

- 2002,6: 431-435.
- [35] 凌兴宏,李绪蓉,丁秋林. 基于 XML 的 Agent 通信语言[J], 计算机应用研究, 2003,7: P152-154.
- [36] FIPA RDF Content Language[R], FIPA Report XC00011A.
- [37] FIPA ACL Message Structure Specification[R], FIPA Report XC00061E.
- [38] FIPA ACL Message Representation in XML Specification [R], FIPA Report XC00071C
- [39] 张智, 肖卫军. 基于 SOAP 消息的交易市场中介模型[J]. 现代计算机,2004,(10): P 66-69.
- [40] Ken Scribner, Mark C.Stiver. Applied SOAP: Implementing .NET Web Services [M]. Amercia: Sams Press, 2002: 253-268.
- [41] 王世进, 周炳海, 陶丽华, 奚立峰. Agent 通信语言综述[J]. 计算机工程与应用, 2005, 21(1): 32-37.
- [42] Esposito D. 构建 Web 解决方案——应用 ASP.NET 和 ADO.NET [M]. 梁超译. 北京: 清华大学出版社, 2002.

致 谢

本论文是在导师陈德军副教授的悉心指导和深切关怀下完成的。三年来，导师对我的学习、生活等各个方面给予了无微不至的关怀和帮助。导师严谨求实的治学态度，丰富的知识与经验，前瞻开阔的科学视野和诲人不倦的风范，给我的影响至深，培养了我独立开展工作的科研能力和创新精神，使我受益匪浅。值此论文完成之际，谨向导师陈德军副教授致以最崇高的敬意和最衷心的感谢。同时向其他帮助过我的各位老师表示感谢。

在求学期间，周围的同学、同事的治学态度、思维方式和创新精神给我以深刻的启迪与帮助，有幸能和他们共同完成学业，感谢他们在生活、学习上对我的帮助和支持，有幸生活在这样一个集体里，有这么多朝夕相处的同学们，他们给过我许多无私的帮助，与他们一起渡过的日子是快乐而又令人难忘的。

最后，我还要衷心感谢我的父亲、母亲以及所有关心我的亲人们，是他们塑造了我的人生道路，他们无私的厚爱和殷切的期望，是我学习生涯乃至人生中最大的财富。这二十多年来，他们无时无刻不在关心着我的一切在我多年的求学路上给予我无数的物质和精神支持，没有他们的无私奉献，就没有我的今天，本论文的完成也是不可能的。

再次感谢所有信息工程学院的全体老师、感谢所有教过我的任课老师，以及在我攻读硕士期间给予过我关心、支持、帮助的老师、同学和朋友们。

蔡林峰
2008年4月