

# 基于 workflow 技术柔性 PLM 系统的设计与分析

曹宝香, 夏小娜

(曲阜师范大学计算机科学学院, 日照 276826)

**摘要:** 在分析柔性软件理论的基础上, 对软件的柔性体系结构进行了探讨, 结合软件开发中的体会, 构建了基于 workflow 技术的产品生命周期管理系统, 借助面向对象的动态建模机制 UML 活动图与状态图, 以系统流程实现中的产品订单处理 workflow 为例, 对系统进行模型化描述与分析。

**关键词:** 产品生命周期管理; 柔性软件; 工作流; 统一建模语言

## Design and Analysis of Flexible PLM System Based on Technology of Workflow

CAO Baoxiang, XIA Xiaona

(Computer Science College, Qufu Normal University, Rizhao 276826)

**Abstract** Based on analyzing the flexible software theory, this paper carries on the discussion of the software flexible system structure, unifies in the software development the experience, and constructs the product life cycle management system based on the work flow technique. With the aid of the object-oriented dynamic modeling mechanism, UML activity chart and the state diagram, it takes the system flow realization in product order form processing work as the example, carries on the simulated description and the analysis to the system.

**Key words** Product lifecycle management (PLM); Flexible software; Workflow; Unified modeling language (UML)

产品生命周期管理(Product Lifecycle Management, PLM)以网络为基础, 主要针对制造业, 在包括产品需求、规划、设计、生产、销售、售后服务在内的全生命周期中进行数据管理。无论使用者在产品的商品化过程中担任任何角色, 使用什么计算机工具, 或身处何地都可以同步共享、使用产品数据。产品生命周期管理是以 CAD/CAM/CAE、产品数据管理(Product Data Management, PDM)、知识工程(KBE)为基础, 配合虚拟工具进行并行设计, 以提供协同产品商务功能。

柔性软件系统(Flexible Software System, FSS)是指在一定范围内能够满足和适应用户不断变化的需求的应用软件系统, 在使用环境和用户需求发生变化时, 不修改或者稍加修改就能满足用户的新需求。

因此, 开发出基于柔性软件理论与技术的 PLM 系统具有广阔前景。本文结合软件柔性理论, 对基于工作流的柔性 PLM 系统作模型化的分析与设计。

### 1 柔性软件的体系结构

依据柔性软件系统的定义, 不难得出这个体系结构的要求, 应该是面向对象的、构件支持的、层次化的框架式结构, 此框架的层次逻辑模型分为环境层、环境抽象层、业务抽象层、应用层、表示层等。在这几个层次中, 上层是下层的客户, 下层是上层服务的提供者, 如图 1。

从图 1 流程看出, 柔性软件体系结构(FSSA)的主要特征为:

- (1) FSSA 的组成成分为对象、构件和框架;
- (2) FSSA 是层次化体系结构, 不同层次是整个系统的功能抽象;
- (3) FSSA 是一种半层次化体系结构。除应用层可实现跨层交互以外, 其他层只能做到与相邻层的交互, 并且每层只可以从下层得到服务并向上层提供服务;

(4) 各层内部采用框架结构为基础, 以构件为部件的方式进行构造;

(5) 一般地, 一个软件在逻辑上划分为 3 层: 表示层, 业务逻辑层和数据层。在 FSSA 中, 业务逻辑层被划分成业务应用层、抽象层和业务层, 数据层为环境层的一部分, 并由环境抽象层封装。这种多层结构模式突破了两层模式和三层模式的限制, 具有良好的可伸缩性。

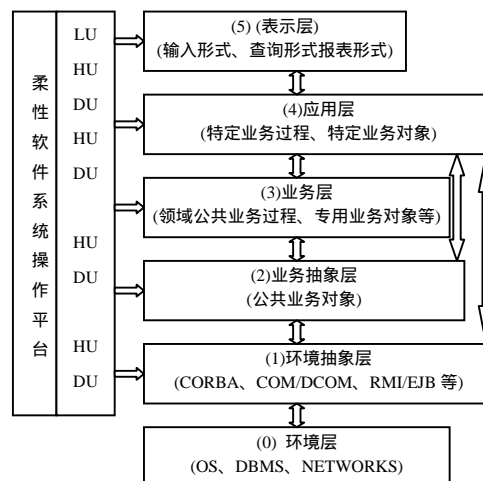


图 1 柔性软件体系结构逻辑结构

注: LU: Low-level User, HU: High-level User, DU: Developing-level User

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(60072014); 山东省自然科学基金资助项目(Y2003G01)

**作者简介:** 曹宝香(1955 -), 男, 教授, 主研方向: 计算机图形学, 管理信息系统; 夏小娜, 硕士生

**收稿日期:** 2006-05-22 **E-mail:** bxcao@126.com

图 1 所示的柔性软件体系结构(FSSA)是一个完整的体系结构,在实际应用中,根据实际要求,可做相应的删改或补充,这一点也更能体现“柔”的软件特性。

## 2 柔性 PLM 系统体系结构

PLM 在 PDM 的基础上进行了拓展,从产品的整个全生命周期去考虑。本文在传统 PLM 体系结构基础上,运用软件柔性体系结构理念,提出了基于 STEP 标准和工作流技术的产品全生命周期模型。整个框架主要分为 4 层结构:建模层,支持层,接口层,应用层。柔性 PLM 系统结构如图 2,每层功能实现与柔性软件体系结构逻辑结构图(图 1)相应层对应。

**应用层:**对应于图 1 应用层,包括 CAX 系统、办公自动化系统、供应链管理 (Supply Chain Management, SCM)、客户关系管理 (Client Relation Management, CRM)、企业资源规划 (Enterprise Resource Plan, ERP)等。运用 CORBA 技术,集成为一个流程化管理体系,可以方便地在不同子系统间进行互操作。

**接口层:**对应于图 1 业务层,包括应用层中子系统内的集成框架。这些框架的实现已有应用系统封装集成,支持各子系统内的定义、开发与管理,同时实现不同子系统间信息过程的集成。

**支持层:**对应于图 1 业务抽象层。这里所涉及的是产品信息的数据管理。主要是借助 PDM 的使能器来完成。实现文档管理 (Document Management, DM)、项目管理(Project Management, PM)、产品配制/结构管理 (Product Configure/ Structure Management, PCM/PSM)、软件系统管理 (System Management, SM)的功能,PM 还可以作为一个独立的个体成为支持层的另一部分,这里为体现 PDM 在产品数据的无缝管理而成为 PDM 使能器中的一部分。另外,在该层还提供一定量的应用开发工具。

**建模层:**对整体系统框架、数据流程进行模型化分析与设计,这里运用 统一建模语言(Unified Modeling Language, UML)工具。数据逻辑层的数据结构采用 STEP 的 EXPRESS 语言进行表达,数据物理层采用 XML 作为中间文件交换 格式。

**数据层:**借助 oracle9i 等数据库作最底层数据支持,对应于图 1 环境层。与建模层间存在着数据间的转换关系,并为支持层的业务处理提供数据服务。

工作流管理平台在整个数据管理中起到了柔性中心枢纽的作用,CORBA 等集成技术则是对环境抽象层的具体粒化和应用,它们是以上 4 层的基础。

## 3 系统模型构建

### (1)建模原因

在现有软件开发技术下,多数软件的实现是复杂的,以工作流为总线管理的柔性 PLM 系统从图 2 可以看出,系统结构复杂,规模较大。解决复杂问题最有效的方法就是把问题分层,即将问题分为多个子问题,逐一解决。

模型是对现实世界的简化与抽象,有助于对复杂问题进行分层,从而更好地解决问题。并且,有效的软件模型也有利于分工与专业化生产,从而节省生产成本。而结构是模型的有机结合,是一个系统的核心。一个有效的柔性软件系统就是系统结构的支持与带动下解决复杂问题的技术系统。

基于系统特点及可视化软件开发特点,这里采用 UML 建模机制,对柔性系统的实现进行模型化的模拟与构建。

整个系统是基于工作流技术的,对于工作流逻辑上的建模与验证,在利用 UML 活动图状态机建模之后,建议采用 Petri 对模型合理性进行论证,其论证过程这里不再详述。

### (2)建模实例

下面通过一个实例讲述柔性 PLM 系统的 UML 模型的构建流程。从图 2 中可以看出,柔性 PLM 系统以工作流为数据处理与流程控制的总线型结构,它的模型设计是整个产品生

命周期中最具灵活性、适应性要求最高的关键。这里以 PLM 中项目管理中订单执行子工作流为例建模。

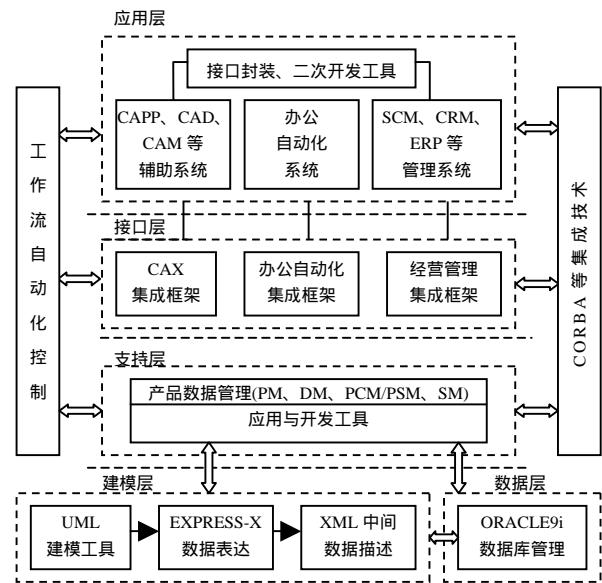


图 2 柔性 PLM 系统结构

工作流把接收订单作为系统流程初始处理边界。生产科与财务科开始并行处理该业务流程。订单接受后,财务科检查客户的信誉如何,若有问题,则拒绝,流程结束。若没有问题,由财务科向客户发送账单,并等待直至客户支付该账单。若付款到位,财务科进行相应处理。

在订单接收后,生产科检查在库存中是否有满足需要的订单产品。若没有或数量不足,将装订该产品生产计划。若通过财务科的工作,该订单可被接收。下一步工作,或按生产计划生产该产品,或直接从仓库中提取该产品。

如果生产科和财务科均完成了各自工作,该产品就配给客户,至此,订单处理工作流结束。

图 3 为订单处理工作流的活动图,是对上面流程的可视化描述。

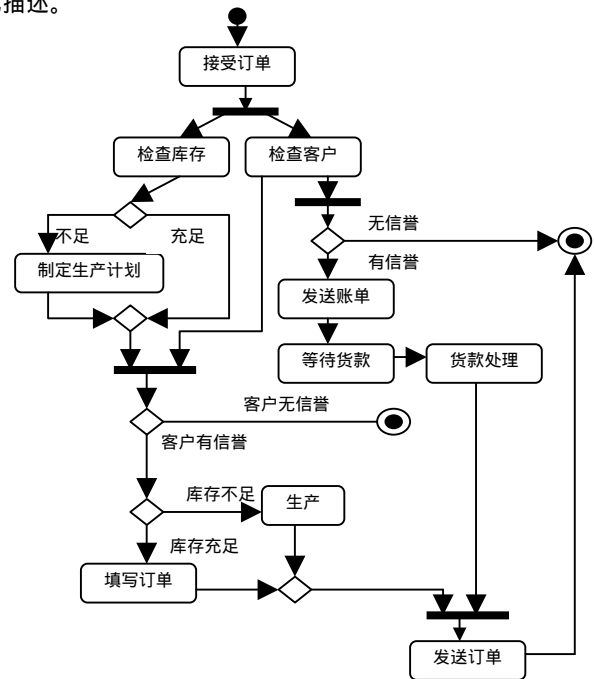


图 3 处理订单工作流活动

(下转第 271 页)