

基于多层结构的智能性远程教育收费系统

兰丽娜, 勾学荣

(北京邮电大学网络教育学院, 北京 100088)

摘要: 针对远程教育收费管理困难和学分制学费计算复杂化的问题, 从特定收费业务需求出发, 构建了一种基于多层体系结构的智能性远程收费系统, 阐述了该结构各层的功能及MVC模式的应用。描述了该结构中的业务服务层的功能模块结构, 学分费的智能性计算方法及公共服务层的基于原语的接口定义。该系统架构已在实际系统中应用, 具有松耦合、可重用、易扩展、易集成的特点。

关键词: 智能收费系统; 多层体系结构; 业务服务层; 公共服务层; 模式视图控制器

Intelligent E-learning Charging System Based on Multi-layer Architecture

LAN Li-na, GOU Xue-rong

(School of Network Education, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100088)

【Abstract】 Focusing on the difficulty of fee management and credit fee calculation in E-Learning, this paper analyzes the specific fee service, and presents a design for intelligent E-Learning charging system based on multi-layer architecture. It expounds the functions of each layer of the system and MVC model application. It describes the function module architecture in application service layer, and the intelligent arithmetic of credit fee calculation, and the common service interface design. The architecture has loose coupling, reusability, scalability and integrality, which has been approved in real system.

【Key words】 intelligent charging system; multi-layer architecture; application service layer; common service layer; model view controller(MVC)

学生地域的远程分散性、多种学制的并存及学分制学费计算的复杂, 使远程教育收费问题十分困难, 因而有必要建立收费管理系统来支持远程教育的发展。由于收费业务与教务教学业务密切相关, 因此收费系统是远程教育教学平台的重要组成部分。

传统应用系统的实现多采用C/S两层架构或B/S/S基本3层架构, 这两种架构方式在软件可复用性、可扩展性、易集成性上都存在一定的局限性^[1-3]。C/S结构在开放性、可集成性、客户端软件需专门安装等方面弱于B/S结构; 基本的B/S/S3层结构对于开发一个新的应用系统往往需要做大量重复工作, 比如日志管理、权限管理、数据库访问接口管理等功能在多数应用系统中都需要, 因此, 基本的B/S结构在软件可重用性上存在改进和扩展的地方。

1 系统总体结构

1.1 功能要求及设计原则

为满足学年制向学分制的平滑过渡, 收费管理系统应满足以下功能目标: (1)支持学年制学费, 学分制学费, 教材费的收取; (2)支持多种费用支付方式: 网上支付方式, 非网上支付方式; (3)支持费用的查询与统计; (4)支持费用标准和计算方法的灵活设置, 以适应学校收费政策的变化。

在系统设计时, 应考虑以下原则: (1)易于与其他系统集成。由于收费流程与教务中的学籍管理、选课等流程密切相关, 因此收费系统必须与教务系统集成在一起。收费系统应易于与各种不同的异构的教务系统集成。(2)易于扩展。因收费政策可能经常发生变化, 系统应易于扩展, 增加新功能。(3)应具有平台无关性。系统应易于移植到各种操作系统、数

据库系统之上, 易于产品化。(4)安全性可靠性高, 收费准确。收费系统因涉及资金账务, 安全性可靠性要求较高, 必须有身份认证、操作权限的严格管理。费用计算必须准确无误。

1.2 总体结构

根据以上功能要求和设计原则, 本文设计的收费管理系统结构如图1所示。

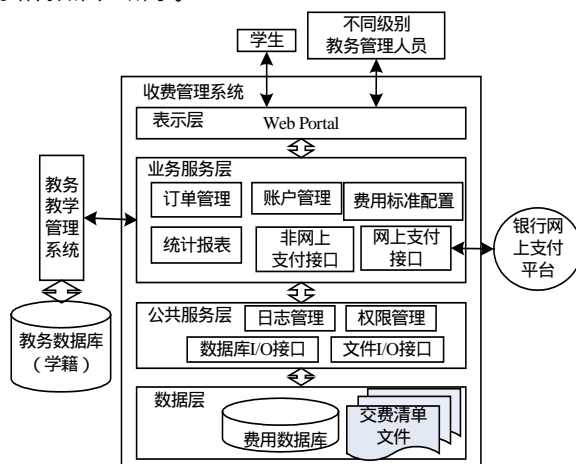


图1 系统总体结构

系统采用基于Web的多层体系架构^[3-5], 总体结构由以下层次构成:

(1)表示层

作者简介: 兰丽娜(1972-), 女, 硕士、讲师, 主研方向: 软件架构技术, 网络教育技术; 勾学荣, 教授

收稿日期: 2007-04-17 **E-mail:** lindalan2002@sina.com

表示层是系统的门户。它提供个性化用户界面及各种功能的入口。系统有两类用户：学生，不同级别的教务管理人员。表示层为他们提供不同的菜单界面。

(2)业务服务层

服务层分为业务服务层和公共服务层 2 个子层。业务服务层位于公共服务层之上，提供与业务相关的功能；公共服务层与业务不直接相关，而是为业务服务层提供公共的基础服务。

业务服务层包括账户管理、订单管理、费用标准配置管理、查询统计报表、非网上支付接口、网上支付接口等模块。各模块主要功能如下：

1)账户管理。系统为每个学生建立一个个人账户，用于存储学生学费的余额信息，以支持学分制先交费、后选课，保留余额供下次选课的管理流程。账户管理主要有账户生成、注销、状态变化等功能。

2)订单管理。系统借鉴电子商务网上购物思想，将学生的费用利用订单进行管理。根据对账户余额的影响不同，订单分为两大类：交费订单和扣费订单。交费订单指学生按此订单金额交费后，学生账户余额增加相应金额；扣费订单指学生费用发生时产生的订单，比如选课学分费订单、教材费订单等，对扣费订单支付，系统需从学生账户扣减该订单金额，账户余额减少。订单管理模块主要有各类订单的生成、费用计算、支付处理等功能。

3)费用标准配置管理。由于系统需支持现实存在的多种教学体制和多样的收费政策，因此设计费用标准配置模块实现对各种费用标准的灵活配置。可根据学年制/学分制、专业、层次、所属地域及入学时间的不同设置不同的学费标准及计算公式。

4)支付接口。该接口分为非网上支付和网上支付两个接口模块，分别支持非网上的交费方式和网上在线支付的交费方式，提供多种交费方式，方便学生选择。非网上支付接口是系统可读取交费清单文件，实现对订单的支付。网上支付接口与银行网上支付平台接口，实现对订单的在线实时支付。

5)统计报表。该报表提供各种关于学费、教材费信息的统计汇总信息。以表格、直方图、饼图等多种形式显示。

(3)公共服务层

公共服务层位于业务服务层之下，提供公共的基础服务，包括日志管理、权限管理、数据库 I/O 接口、文件 I/O 接口等模块。

公共服务层与业务无关，但被经常使用的功能抽取出来，作为独立的基础服务模块。这些模块具有较强的可重用性，可作为本系统框架的一部分应用于其他应用系统。

(4)数据层

数据层用于存储系统中的各种费用数据，如账户信息、订单信息、统计报表等，主要由费用数据库和交费清单文件组成。

系统采用上述的 4 层体系架构，其结构清晰、各层功能明确、易于扩展。如果增加业务功能，只需在业务服务层增加功能模块即可，比 C/S 两层结构模式更能适应业务应用快速发展变化的需要。

公共服务层的引入使得本系统框架可以作为一个基于 Web 的通用框架应用于其他业务系统，框架可提供日志管理、权限管理、数据库标准接口等强大功能，提高了软件的可复

用性。

1.3 MVC 模式的应用

为实现上述多层体系结构，系统采用 J2EE 技术，MVC(model view controller)模式进行开发和设计^[5-6]。各层使用的开发技术如图 2 所示：表示层采用 JSP 实现视图(view)显示页面；服务层采用 Servlet 作为控制器(controller)控制请求的分发，采用 JavaBean 为模式(model)实现业务逻辑，JavaBean 部署在应用服务器提供的 Bean Container 中，由 Servlet 调用。Servlet 根据请求的不同将请求分发给不同的 JavaBean 处理，处理完毕，前转到相应的结果 JSP 页面显示给用户。

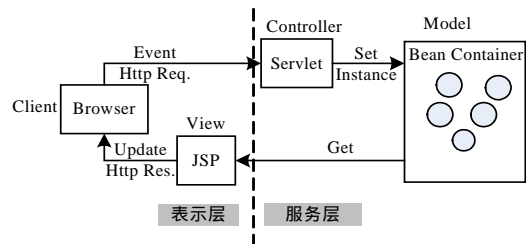


图 2 MVC 模式应用

MVC 模式的应用实现了功能模块和显示模块的分离，提高了应用系统的可维护性、可扩展性、可移植性和组件的可复用性。

1.4 与其他系统的接口

如图 1 所示，收费系统与教务教学系统存在接口，该接口主要有 2 个：(1)账户生成与注销。新生入学注册，教务系统将学生信息传递给收费系统，收费系统为该生产生一个账户。毕业或退学时，系统应注销该账户；(2)订单生成。各种费用发生时，教务系统将相关信息传递给收费系统，收费系统产生各种订单。

另外，收费系统还与网上银行存在接口，以支持网上支付。当学生采用网上支付方式时，在订单生成后，系统与网上银行交互实现支付流程：系统向网上银行发送支付请求，网上银行处理后将支付结果返回给收费系统。如果支付结果为成功，则该订单支付成功；否则，该订单支付失败。

与外部系统接口采用应用层 SOAP(simple object access protocol)接口方式，将接口定义为标准的 Web Service 调用。接口松散耦合、易于集成；且与平台无关，支持与异构系统集成。

2 业务服务层结构

2.1 功能模块结构

业务服务层提供收费系统的核心功能，功能模块结构如图 3 所示。

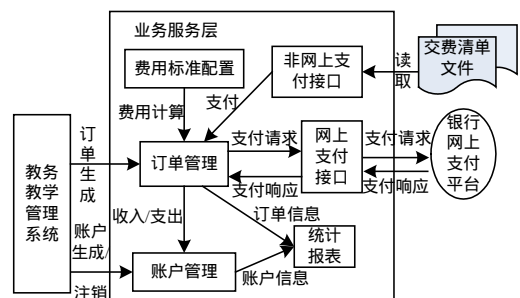


图 3 业务服务层功能模块结构

业务服务层以订单管理模块为核心，订单管理模块与其他各模块配合共同完成从费用发生、订单生成、费用计算，

到订单支付、账户余额变化的完整过程。

2.2 学分费计算方法

根据图 3 中的费用标准配置模块可实现费用的计算。其中,选课学分费的计算比较复杂,与多个因素有关。假设一次选课选了 n 门课程,该选课订单的学分费 FT 的计算由式(1)、式(2)实现。

$$FT = \sum_{i=1}^n (C_i \times FO_i \times P_i + A_i) \quad (1)$$

其中, FT 是一个选课订单的所有课程总学分费; C_i 是选课订单中第 i 门课程的学分数,其值由教学计划配置得到; FO_i 是第 i 门课程的学分费单价,其值按式(2)计算得到; P_i 是调整用比例系数,表示优惠百分比,取值 0~100%,适用于按比例优惠方法。比如优惠 20%,则配置为 20%; A_i 是调整用参数,表示优惠多少,取值范围为 $-m \sim +m$,适用于与比例无关的优惠算法。如果优惠 100 元,则配置为 -100; 如果提高 100 元,则配置为 +100。 P_i 和 A_i 的结合使用,可达到各种优惠计算。

$$FO_i = f(Sstu, Wstu, EnDatestu, \dots) \quad (2)$$

其中,函数 f 说明 FO_i 受因子 $Sstu$ 等影响,主要由数据库表数据配置实现; $Sstu$ 指学生的专业; $Wstu$ 是学生所属地域; $EnDatestu$ 指学生的入学日期。

通过式(1)和式(2),可实现学分费用的灵活计算,以适应收费政策的多样性变化。

上述公式也可以继续扩展。公式定义为类中的方法,要增加新公式通过增加新的方法即可实现。费用计算时调用合适的方法即可。

学分费计算方法的设计使系统在费用计算上具有较强的智能性。学生只需提供学号,无需选择或输入其他信息,系统可自动根据选课信息、专业、入学日期、所属地域、收费的优惠政策等信息,计算出学分费用,生成相应订单,提供给学生支付,大大减少了学生输入和选择的负担。

3 公共服务层接口定义

模块的行为特征是由模块对外提供的接口和服务所决定,而不是内部的实现方法。采用通用的模块接口设计能简化系统设计,增强模块间的互操作性、交互的可见性和系统的可集成性^[3]。

公共服务层为上层业务服务层提供各种基础服务,接口采用“原语+参数”的形式定义。原语表示基础服务模块提供的原子操作,参数表示操作所需的输入参数及输出参数。

下面以数据库接口模块为例说明接口定义。

数据库连接池管理已打开的数据库连接,应用程序通过连接池中的连接访问数据库,可省去建立连接的时间,因此,使用连接池技术可有效提高数据库访问效率。数据库接口模块对数据库连接池及其它常用数据库操作进行了封装,对上层提供简单透明易用的访问接口。数据库访问部分接口见表 1。其他模块接口类似。

下面以订单号维护功能为例说明数据库访问接口的典型应用,Java 程序示例如下。

```
private void updateOrderID() throws Exception {
    String sqlString = "update feeman.DD_OrderSeq set
    LastOrderID=" + this.orderID + "";//构造 SQL 语句
    try {
        super.getDbTrans().DBOpen();//申请一个数据库连接
```

```
try {
    super.getDbTrans().DBExec(sqlString);//执行 SQL 语句
}
catch (Exception e) {
    throw e;
}
super.getDbTrans().DBCommit();//提交事务
super.getDbTrans().DBCLOSE();//释放数据库连接
}
catch (Exception e) {
    throw e;
}
}
```

表 1 数据库访问接口

原语	输入参数	输出参数	说明
DBInit	DBServerIP:String Port:int DBName:String DBUser:String DBPassword:String	Res:int (0 成功;1 失败)	初始化数据库连接池,服务器启动时调用
DBOpen		DBH:数据库连接句柄	从连接池申请一个连接
DBExec	DBH SQL:String	Res:查询结果集	执行 SQL 语句
DBCommit	DBH	Res:int (0 成功;1 失败)	提交事务
DBRollBack	DBH	Res:int (0 成功;1 失败)	回滚事务
DBCLOSE	DBH:数据库连接句柄	Res:int (0 成功;1 失败)	释放连接归还到连接池

4 结束语

收费的自动化管理对远程教育的健康发展具有重要意义。本文提出一种基于 B/S 多层体系架构的远程教育智能化收费管理系统的设计,并进行了系统实现。该系统架构具有通用性、可重用性、易于扩展、易于集成。系统框架对于一般的 Web 应用系统均具有典型的应用价值。

目前,本系统已在北邮网院投入使用,基于 SUN Solaris 平台,采用 BEA WebLogic 应用服务器,后台数据库为 Oracle,为分布在全国 20 多个省校外中心的 10 个以上不同专业的 3 万左右学生提供学费缴纳和查询服务。系统运行稳定,效果良好。系统适用于远程教育收费业务,也适用于一般高校收费业务,具有较好的应用前景。

参考文献

- 郭涛. J2EE 多层体系结构及在教育信息平台中的应用[J]. 计算机应用研究, 2004, 24(6): 209-211.
- 梅宏, 申峻嵘. 软件体系结构研究进展[J]. 软件学报, 2006, 17(6): 1257-1275.
- 秦伟俊, 史元春, 相培峰. 基于多层体系结构的网络教学系统[J]. 清华大学学报, 2006, 46(7): 1301-1304.
- 李伟, 罗军舟, 曹玖新. 一种基于 J2EE 架构的网络教育系统集成框架及应用[J]. 计算机研究与发展, 2006, 43(8): 1354-1360.
- 杜小刚, 李舟军. J2EE Web 开发框架体系结构[J]. 计算机科学, 2006, 33(8): 236-239.
- Gamma E, Helm R, Johnson R. Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software[M]. 李英军, 马晓星, 蔡敏, 译. 北京: 机械工业出版社, 2002.