

MVC 模式下的考试系统建模研究

司 飙

(临沧师范高等专科学校信息科学与技术系 临沧 677000)

摘 要 网络化已成为信息技术的主要特征和重要的应用手段。在高校,随着计算机应用技术范围的扩大,网络化考试作为一种高效、准确、严肃的考试形式,成为替代传统笔试的一种趋势,是高校进行专业课考核改革的重要手段。研究提出了一种基于 MVC 模式的校园网考试系统建模方案,讨论了在 Struts 框架下进行实际应用的一些方法。实践证明,利用一个成熟的技术进行应用开发,能够有效保障该项目的可靠性和稳定性。

关键词 考试系统, MVC, Struts, Java Web

中图分类号 TP319 **文献标识码** A

Exam System Modelling Research Based on MVC

SI Biao

(Department of Information Science and Technology, Lincang Teachers' College, Lincang 677000, China)

Abstract The network has become the main characteristics of the information technology and the application of the important means. In university, as the computer application technology is expanded, networked test is used as a highly efficient and accurate, serious examination form, an alternative to traditional written examination examination of a kind of trend, and the universities is an important means of professional course appraisal reform. This paper proposed a MVC mode based on the campus network exam system modeling solutions, and discussed the Struts framework of some methods of practical application. Practice proves that the use of a mature technology application development, can effectively guarantee the project reliability and stability.

Keywords Exam system, MVC, Struts, Java Web

1 背景和意义

在高校,随着计算机应用技术范围的扩大,网络化的课程、教学手段、教学方法成为了高校教学改革的重要发展方向^[1]。然而,传统意义的笔试已经难以满足课程考核的需要。为此,网络化考试作为一种高效、准确、严肃的考试形式,已有替代传统笔试的趋势,是高校进行专业课考核的重要手段。

无纸化考试已经形成了一个成熟的技术领域,大部分的考试系统或是考试服务都不是万能的通用软件。采用 Prometric^[2]或是 ATA^[3]的考试服务进行高校专业课程的期末考试也是不现实的,原因有两个,一个是成本不允许,另一个是考试灵活性不能满足任课教师的需求。另外,我校现有的无纸化考试组织方案,采用单机系统,组织一次考试至少要经过 6 个步骤:①开考前系统设定好数据库和考试内容;②教师机共享考试系统;③学生机逐一下载系统并安装;④学生登录考试;⑤考试结束后由教师从学生机逐一回收考试数据库;⑥教师逐一评分并统计。组织一次无纸化考试和纸质试卷相比,工作效率基本上是一样的,没有体现出无纸化的优势。根据以上分析,结合高校特点,本论文拟建立一个适合高校部分专业课程,自主性、灵活性较强的,高效的,集题库、试卷管理和成绩统计分析为一体的,满足多门课程和多教师操作的校园网考试系统模型。

2 MVC 概述

MVC(Model-View-Controller)是一种基于模型-视图-控制器的软件设计模式。在 MVC 模式下,可以实现模型和视图的代码分离,使得一个程序逻辑可以拥有不同的表现形式,而控制器的作用在于使得模型和视图保持同步。正是由于 MVC 模式提供了软件开发的优良性能, MVC 被越来越多的开发者所推崇,迄今成为了成熟的、优秀的设计模式^[4]。MVC 模式体现了模块耦合度低、模型灵活性强、重用性高、部署快、可维护性好、工程化、协作强^[5]等优势。

2.1 Struts 概述

Struts 是典型的 MVC 模式的具体框架, Struts 框架旨在帮助开发人员利用 MVC 架构创建 Web 应用程序。本文主要讨论的是 Struts 1.2 版本。Struts 框架提供了 3 个关键动作^[7]:

(1) 把一个 request 请求处理由应用程序映射到一个标准的 URI (URI 是指 Web 上可用的每种资源,是 Uniform Resource Identifier 的简写);

(2) 把一个 response 响应处理完成后,将控制转换到另外一个资源;

(3) 提供一个标签库,帮助开发人员创建基于 Web 应用程序的交互式表单。

2.2 Struts 的优势和不足

Struts 正是为 MVC 开发模式而量身打造的基于 Java 的 Web 开发框架技术,它继承了 MVC 的优点,除此之外,Struts 的优点有:简洁明了、结构清晰,提供强大的标签库,Struts 的结构使得开发团队容易部署结构清晰的工程。Struts 有诸多优势,但是也存在缺陷:一个规模较小的项目利用 Struts 框架就显得繁琐,因为原本一个小的应用在一个结构里面可以实现,放到 Struts 中,要进行层次拆分,开发效率就会降低。可见,小型的项目不适合采用 Struts 框架。

3 校园网考试系统总体设计

校园网考试系统为考试管理员(考务)、教师、学生提供一个多用户的无纸化考试和成绩统计环境。考试系统包括系统维护、考试管理和在线考试 3 个子系统。从表现上看,分为两个表达界面,一个是为考试提供的考试界面,另外一个是为管理员和教师提供的管理界面。按照用户活动环境和使用权限来分析,把系统看作一个集合,子系统是其中的子集,那么系统的架构如图 1 所示。图 1 表示,管理员和教师都具有基础数据的管理权限,所不同的是管理员所看到的是全局视图,而教师看到的是局部视图。

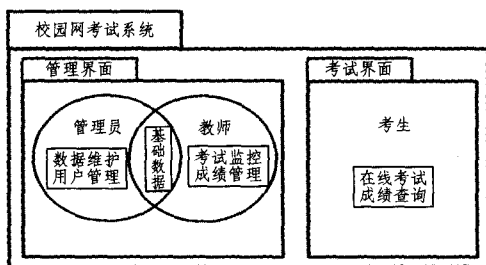


图 1 校园网考试系统系统架构

系统采用基于 B/S 的 Struts 架构进行设计开发,整个设计开发可分为用户表现层、控制层、业务逻辑层、数据持久层和数据存储层五大层级,开发思想符合 MVC 模式,层级之间耦合低、模块易维护和扩展。引入 Struts 框架,在可重用性、组件独立性、模块化、结构清晰等方面为本项目的开发提供了有力保障。本项目开发层级如表 1 所列。

表 1 校园网考试系统开发层级描述

层级	作用	关键技术
表现层	完成用户交互界面	JSP、Struts 标签、Ajax 等
控制层	进行界面和业务逻辑的调度工作	ActionServlet 类、Struts-config.xml
业务逻辑层	逻辑模型处理	Action 类、ActionForm 类
持久化层	进行应用程序和数据存储的封装,包括数据基本操作(增删改查)	DAO
数据库接口层	数据库连接访问	JDBC、connection、Statement

3.1 数据库设计

根据校园网考试系统总体用例,可以得到本系统的数据库实体,这些实体包括用户、考生、班级、课程、题库、题库类型、试卷模型、试卷题型、考卷。考卷是题库的一个子集,描述了参加考试的学生根据考试试卷组卷抽题并答题后形成的结果,这个结果是评分的主要依据。考卷应该根据试卷实体的

设置情况由系统自动创建,而最终的成绩表则可以作为考卷的一个视图。本文不再赘述数据库的具体实现。

3.2 MVC 模式分析

校园网考试系统的设计根据 MVC 模式分层级逐一求解,整个结构清晰,易于维护和扩展。系统中的功能实现都要经过表现层→控制层→业务逻辑层→持久层→数据库接口层 5 个层级来完成,各层级之间独立性强,MVC 模式有效地降低了模块之间的耦合度。本系统使用 Struts1.2 实现 MVC 模式。

3.2.1 表现层

在用户交互界面上,采用 JSP 技术和 Struts 标签库,客户端采用 jQuery 技术等实现用户交互。

(1)JSP 技术主要用 JSP 标签和 JSP 基本对象完成数据的收集和传递,使用 JSP 最大的好处是引入 Struts 标签库。

(2)Struts 标签库。这些标签在 JSP 中以最精简的方式输入或输出数据,可以省去 JSP 大部分逻辑程序。Struts 标签库包括 Struts-html、Struts-Bean、Struts-Logic 和 Struts-Titles。常用的 Struts-Logic 与 Struts-Bean 配合,可以做循环输出,如下:

- <logic:iterate>:实例化一个传入的 List。
- <Bean:write>:根据<logic:iterate>实例化的 List 循环输出元素。

(3)客户端脚本 jQuery^[8]。客户端技术主要用于客户端界面表现力方面和数据有效性方面。

3.2.2 控制层

在服务器上,Servlet 捕获 JSP 请求,然后将控制权转移到 Struts,由 Struts 进行业务逻辑调度和分发。在转换过程中,Servlet 的 web.xml 文件描述了 ActionServlet 实例,并将捕获到的 *.do 操作都转发给 ActionServlet 实例。ActionServlet 实例定义了配置文件 Struts-config.xml 的名称和位置,这样就把 Servlet 捕获到的 *.do 转发给了 Struts-config.xml 进行控制调度。

Struts-config.xml 把 Struts 组件结合起来,起到桥梁的作用。在该文件中,主要配置的内容如下:

(1)配置全局转发。全局转发用来在 JSP 页之间创建逻辑名称映射。转发都可以通过对调用操作映射的实例来获得。

(2)配置 ActionMapping。ActionMapping 对象帮助进行框架内部的流程控制,它们可将请求 URI 映射到 Action 类,并且将 Action 类与 ActionForm bean 相关联。

(3)配置 ActionForm bean。ActionServlet 使用 ActionForm 来保存请求的参数,这些 bean 的属性名称与 HTTP 请求参数中的名称相对应,控制器将请求参数传递到 ActionForm bean 的实例,然后将这个实例传送到 Action 类。

3.2.3 业务逻辑层

struts 使用 Action 类来处理传入的请求。设计中所有的 Action 都继承 org.apache.struts.action.Action 类。根据系统总体用例,可以建立多个 Action 类来进行业务处理。部分业务处理的 Action 类设计如表 2 所列。

表2 校园网考试平台部分模型设计

业务名称	Action 模型
用户管理业务	userAction
课程管理业务	courseAction
考生管理业务	studentAction
班级管理业务	classAction
题库管理业务	TlibAction
试卷管理业务	examAction
系统信息业务	sysAction
开始考试业务	startExamAction
考试监控业务	lseaningAction
成绩管理业务	scoreAction

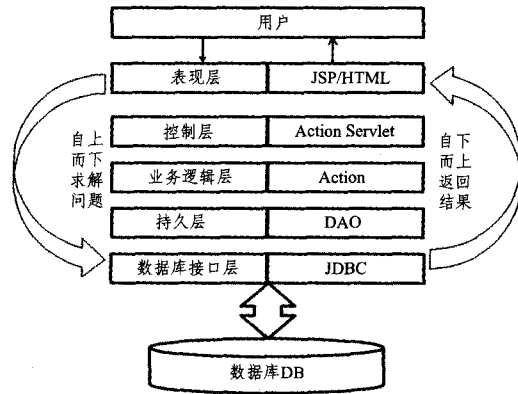


图2 校园网考试系统5层设计结构

在业务逻辑层中, Action类使用 ActionForm 类来接收表现层传来的数据。这些数据首先由 Struts 表单传给 ActionServlet, 然后再由 ActionServlet 转发给 ActionMapping 对应的 Action 类, 最终, 由 Action 来接收数据, 进行业务处理。系统中, 大量的业务工作都是按照以上的流程进行。例如用户登录业务, 其设计如下:

用户通过 Web 服务器请求得到一个 Struts 表单→录入登录名和密码→提交→ActionServlet 调用 ActionMapping 来把 ActionForm 转发给 usersAction→usersAction 执行登录验证业务→返回验证结果→ActionServlet 将结果对应的 ActionForward 映射发送给用户。

3.2.4 持久化层

本设计使用数据访问对象 DAO(Data Access Object) 设计模式, DAO 模式是标准 J2EE 设计模式之一。使用这种模式将低级别的数据访问逻辑与高级别的业务逻辑分离。在此模式中, Action 不再直接访问数据库, 而将其转化为由 DAO 封装对数据库的操纵。设计原型构建了为每一个数据源提供创建、读取、更新、删除操作的 DAO 类。部分数据源操纵的 DAO 类设计如表 3 所列。

表3 校园网考试平台部分 DAO类设计

数据源	DAO 类设计
用户表	usersDAO
课程表	courseDAO
考生表	StudentDAO
题库表	Tlib_questionDAO

建立 DAO 类的目的是封装应用程序对数据库的操作, 在 DAO 类中, 主要实现创建、读取、更新、删除 4 种方法, 通常情况下使用 SQL 语句完成数据库操作^[9]。

3.2.5 数据库接口层

数据库接口层并不复杂, 主要任务是建立一个数据库连接, 相对于 DAO 来说, 数据库接口层是连接数据库的钥匙, DAO 只有通过数据库接口层, 才能够对数据库发出操纵命令。设计中, 数据库接口层只有一个类, 用于数据库连接操作, 这个类注册 JDBC 驱动程序, 而且包括 3 个方法, 它们是连接数据库、执行查询语句、执行更新语句。有了这 3 个方法, DAO 就能够完成数据库操纵。

总体来看, 校园网考试系统的五层设计结构把开发过程划分得很清晰, 对于庞大系统而言, 体现了分而治之的思想, 对求解问题提供了分步骤的、有效的、在可控范围内的良好解决方案。求解问题的整个过程就是自上而下经历这 5 个层级, 自下而上得到的结果如图 2 所示。

4 校园网考试系统建模

根据五个层级的开发模式设计, 结合 Struts 框架技术, 校园网考试系统的对象模型可以由 4 个基本的包组成, 每个包中包含相应层级的多个对象模型, 为了满足业务逻辑的开发需求, 还需增加辅助功能的组件包。校园网考试平台的对象模型包如表 4 所列。

表4 校园网考试平台对象模型包

包名	用途
com. mymvc. core	建立数据库接口层模型, 和一些公用的类
com. mymvc. dao	建立持久层模型
com. mymvc. struts. action	建立业务逻辑模型
com. mymvc. struts. actionForm	建立 Struts 表单模型, 用于存储表现层传入的数据
com. mymvc. jspSmartUpload	建立文件上传模型

4.1 数据库接口建模

在 com. mymvc. core 包中, 创建数据库连接类, 类名为 connDB。connDB 类主要负责和数据库服务器连接, 并提供查询和更新的基本操作接口。类结构如图 3 所示。

```

connDB
+conn : Connection
+stmt : Statement
+rs : ResultSet
+dbcClassName : string = com.microsoft.jdbc.sqlserver.SQLServerDriver
+dbUrl : string = jdbc:microsoft:sqlserver://127.0.0.1:1433;DatabaseName=examPlatform
+dbUser : string = examAdmin
+dbPwd : string = 123456
+getConnection() : Connection
+executeQuery(in sql : string) : ResultSet
+executeUpdate(in sql : string) : int
+close()
    
```

图3 .connDB类图

4.2 持久层建模

在 com. mymvc. dao 包中, 根据系统用例需要, 建立相应的 DAO 模型, DAO 模型基本上是和数据源相对应的。系统中的 DAO 模型如表 5 所列。

表5 DAO 模型

DAO 类	说明
userDAO	处理和用户相关的数据
courseDAO	处理和课程相关的数据
classDAO	处理和班级相关的数据
Tlib_typeDAO	处理题库类型数据
Tlib_questionDAO	处理题库试题数据
examPaperDAO	处理试卷模型数据
testPaperDAO	处理试卷数据
systemInfoDAO	处理系统状态数据

在 DAO 模型中, courseDAO、TLib_questionsDAO 等方法 getXXXList() 都包含一个名为 uid 的形参, 这样做的目的是当检索课程或是题库时, 就能按照登录用户的 uid 与 teacher 字段匹配检索, 对于用户而言, 就得到了一个只有和自己账户相关联的局部操作视图。

usersDAO 中的 getUserType() 方法用于获取用户类型进行验证, 如果用户类型是 admin, 那么可以检索到全局视图。

testPaperDAO 中, paperName 属性是用来指定根据 exam-ID 创建的考卷表的表名。autoGrade() 用于对客观题进行自动评分。manualGrade() 用于实现登录用户进行手工评分。

4.3 业务逻辑层建模

在 com.mymvc.struts.action 包中, 创建实现校园网考试平台业务流程的 Action 类。Action 类真正实现应用程序的事务逻辑, 它们负责处理请求。在收到请求后, ActionServlet 会为这个请求选择适当的 Action。Action 类是 Struts 组件库的一部分, 本项目中的业务逻辑模型都是 Action 的子类。

在业务模型中, 重载了 Action.Execute() 方法。Action.Execute() 就是业务逻辑的一个入口, 模型根据 ActionServlet 传入的消息, 用 HttpServletRequest 接收此消息, 然后根据消息类型进行业务分类处理。这些业务分类可以在模型内进行操作, 也可以用 ActionMapping 跳转到另外一个模型中操作。系统中的部分业务逻辑模型如图 4 所示。

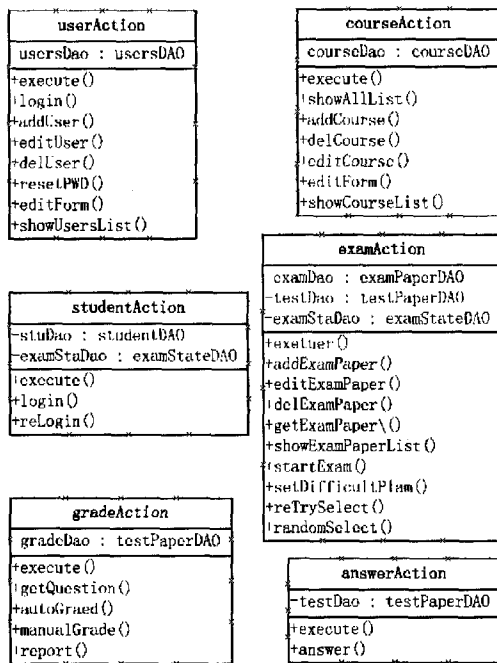


图 4 校园网考试系统 Action 模型

在 Action 模型中, 除了基本信息维护业务以外, 更为复杂的业务流包括启动考试、考生登录、二次登录、重新抽题等业务, 这些业务的特点是一个业务将会触发其他的业务。

(1) 启动考试 examAction.startExam()。启动考试将改变试卷状态, 一旦启动了考试, 就不能再对 examPaper 表进行修改操作。接下来, 启动考试后, 业务应该自动创建名为 testPaper+examID 的考卷表; 另外一方面, 启动考试还应该

在 examState 表中添加考生记录, 等待考生登录。

(2) 考生登录 studentAction.login()。考生登录将涉及到考试状态的改变, 包括初始化考生登录时间、记录登录次数、抽题次数、执行抽题组卷。然而抽题组卷又涉及到对 testPaper 表批量添加考题的业务。

(3) 二次登录 studentAction.reLogin()。二次登录应该修改 examState 表中的字段, 并且给出重新抽题提示, 当然, 重新抽题业务应该在监考教师输入重新抽题密码后才能被执行。

(4) 重新抽题 examAction.reTrySelect()。重新抽题, 首先的操作是将考生在 testPaper 表中的数据全部清空, 然后再执行抽题组卷业务。

4.4 Struts 表单建模

com.mymvc.struts.actionForm 包中, 建立 ActionForm 模型。ActionForm 是 Struts 中用于存储客户端通过 Struts 表单标签 (html:form) 提交的数据, ActionForm 用 bean 方式在 JSP 和 Struts-config.xml 中被创建, ActionForm 主要的作用是承载数据, 由 ActionServlet 调度给 Action 处理, 也可能被 ActionServlet 反射给客户端。本系统的 ActionForm 模型根据业务层需要而建立, 在 ActionForm 中包含业务逻辑需要的全部数据, 这些数据作为私有属性, 而 ActionForm 的主要方法就是设置这些私有属性和读取私有属性。一个私有属性对应着一个 getXXX() 和一个 setXXX() 方法。

结束语 本文阐述了基于 MVC 模式的一种校园网考试系统建模方案, 透过实践, 总结了一些 MVC 层次模型的开发思想。多年来, 经过业内不断锤炼, Struts 已经成为一个优秀的 Web 解决方案。笔者认为, 使用一个成熟的技术解决一些实际问题是可行的。从工程的角度来看, 越是成熟的技术, 越能体现这个应用的性能, 正如 Struts 原意一样, 有了一个稳定的支柱, 高楼大厦才能建造得更高、更牢固。

校园网考试平台受到临沧师范高等专科学校科研项目的支持。随着考试需求和考试形式不断改革, 相信网络化的考试平台将会发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 严莉, 杨宗凯, 等. 关于高校教师与网络教学的研究综述[J]. 电化教育研究, 2009(04)
- [2] Prometric 公司[OL]. <http://www.prometric.com.cn/>
- [3] ATA 公司[OL]. <http://www.ata.net.cn/>
- [4] 王欢. 基于 J2EE 的 Web 应用架构研究与设计[J]. 中国管理信息化, 2012(02)
- [5] 宁承林. 基于 MVC 模式的 Struts 框架在 J2EEWeb 应用中的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2001
- [6] 徐会生, 等. 深入浅出 Ext JS[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009
- [7] 杨刚. 对基于 J2EE 的 MVC 模式视图部分改进[J]. 计算机技术与发展, 2012(03)
- [8] [印] Harwani B M. jQuery 攻略[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010
- [9] 孟晨. 泛型 DAO 模式在 Java Web 开发中的应用[J]. 计算机应用与软件, 2012(01)