

文章编号:1007-2985(2013)01-0021-05

基于 Spring 的网络考试系统的服务设计*

丁振凡

(华东交通大学信息工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:在分析网络考试流程的基础上,对学生操作部分的各环节进行服务建模,对考试控制、组卷、试卷显示、阅卷、考试登记、考试查阅分析等进行服务设计.系统实现采用 AJAX 结合 Spring 技术,给出了应用的服务调用与应用整合思路.讨论了 IOC 容器 Bean 的部署,以及应用服务间利用 Json 进行试卷包装传递的方法.

关键词:网络考试系统;服务建模;AJAX;Spring;Java Bean;Json

中图分类号:TP391

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1007-2985.2013.01.006

面向服务以其出色的互操作、松耦合等特性成为网络应用的热点. Spring 作为一个优秀的轻量级软件开发框架,在面向服务的设计与集成上提供了良好的支持, Spring MVC 支持 REST 风格的服务设计, Spring WebFlow 支持服务流的组合, Spring Integration 支持基于消息的服务应用集成^[1]. 网络考试是网络教学平台中较为复杂的一个部分,完整系统包括教师操作和学生操作 2 部分,教师操作部分包括考试设置(考试时间、组卷参数、考试进入控制等)、考试用户监控、考试分析(学生成绩分析、解答分析)等. 学生操作部分涉及考试过程交互各环节,通常是考试系统的设计难点,笔者拟就考试系统中学生操作部分的面向服务设计进行探讨.

1 学生考试流程

学生考试过程涉及众多环节,用 UML 活动图表示如图 1 所示.首先是检查是否允许学生进入考试;其次是从试题库抽取试题组卷;第三是试卷按何种方式显示,包括如何获取学生解答;第四是学生交卷后的考试评分处理;最后考试结束后的信息登记及反馈.

文中介绍的网络考试主要是面向程序设计语言类课程,是从题库抽题组卷. 试题库有单选、多选、是非、单项填空、多项填空、编程、改错共 7 大类试题. 其中,多项填空可安排写运行结果和程序完型填空.

试题库的试题按知识点进行组织,每类试题有独立的数据库表格,主要字段有题号、内容、答案、知识点、难度等.

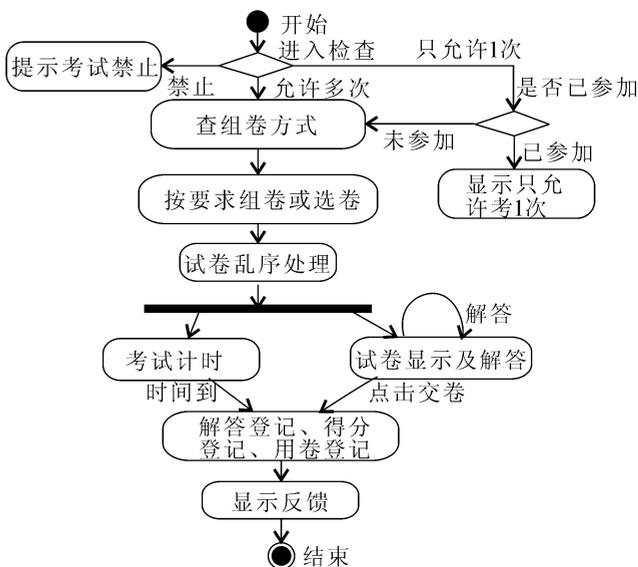


图 1 考试过程的 UML 活动图

* 收稿日期:2012-11-19

基金项目:江西省教改项目(JXJG-12-5-24)

作者简介:丁振凡(1965-),男,江西丰城人,华东交通大学信息工程学院教授,硕士生导师,主要从事语义 Web、分布式计算、计算机辅助教学研究.

2 网络考试系统技术实现框架

系统采用面向服务的应用开发模式,整体框架采用 AJAX 和 Spring 技术实现,如图 2 所示. AJAX 主要实现客户方的交互, Spring 实现服务方的功能. Spring 的服务设计采用 REST 风格, 服务业务逻辑部署为 Bean 形式, 实现对象最大程度的共享, 提高整个应用的效率. 在视图层采用 JSP 模板, 利用 JSTL 模板语言实现模型数据的显示处理. 系统安全访问控制采用 Spring Security 实现^[2]. 系统角色分管理员、教师、学生和匿名帐户. 系统采用 XML 配置安全策略, 通过基于角色和 URL 模板匹配的访问控制策略实现对服务的访问控制. 一般情况下, Spring 的 REST 服务返回结果用视图来体现, 通过控制器、模型、视图的配合来展示服务功能. 但部分服务也采用返回结果为消息的服务编写, 在客户方, 采用 AJAX 技术调用服务, 并分析服务返回的消息, 在网页中用 DHTML 技术显示结果^[3].

服务设计应采用规范化的服务契约, 具有无状态、松耦合等特点, 同时又体现抽象性、重用性、自治性等原则. “无状态”意味着服务对象所依赖的变化信息应通过服务的方法参数提供, 而不能作为服务对象的属性. 在 Spring 容器中每个服务均表现为 Bean 的形式, 应用访问效率高.

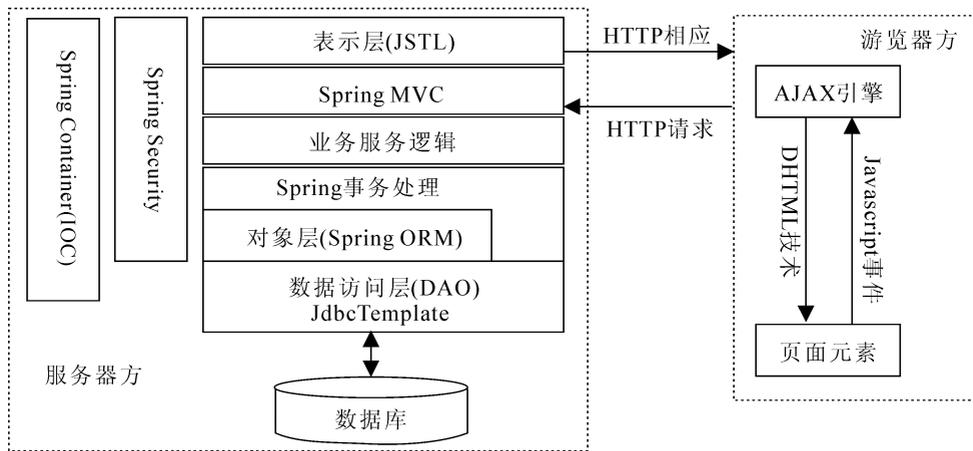


图 2 系统的技术实现框架

3 学生考试相关的服务设计

面向服务设计的一个关键是服务特征的提取. 服务特征有流程特征、功能特征、信息特征、组织特征和资源特征^[4]. 服务特征间的依赖关系可分为静态依赖和动态依赖. 通过分析学生考试所涉及的功能和流程, 将与考试相关的服务定义如表 1 所示. 各服务之间的调用关系见图 3, 服务处理结果通常有多分枝, 例如考试进入检查服务, 在发现学生不允许进入时将显示相应信息, 允许进入时才进入组卷环节.

表 1 学生操作部分与考试相关的服务

Web 服务	功能	服务依赖参数	控制器 URI
考试控制服务	检查学生是否允许进入考试	进入限制	/enterexam
组卷服务	根据组卷配置要求组卷	组卷方式、组卷参数	/generatepaper
试卷显示服务	按显示方式生成试卷视图	试卷	/listpaper/{paper}
阅卷服务	根据学生解答进行判分	试卷、学生解答、答案、判分标准	/markingPaper/{paper}
考试登记服务	将学生考试结果登记	试卷、答卷、分数	在阅卷时调用
考试查阅服务	查阅分数及考卷解答情况	试卷、答卷、答案	/searchPaper/{user}

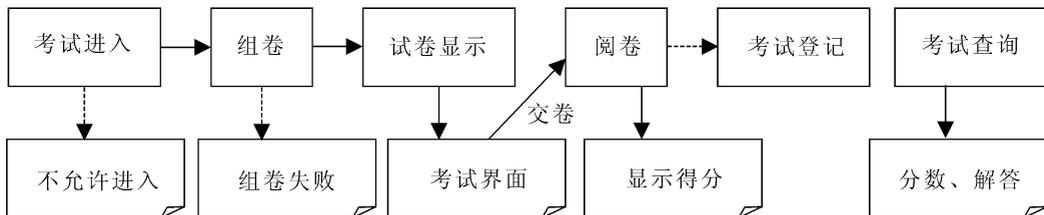


图 3 各服务在学生考试过程中的调用流程

值得一提的是,在很多服务方法中均需要试卷作为参数.实现试卷在应用各功能之间传递有多种方法,例如采用 session 对象、采用 Cookie 变量,本系统采用 URL 参数传递,其好处是不用消耗客户方和服务方的资源.但采用 URL 传递试卷对象需要将对象转换为字符串传递,否则,对象不能直接作为 URL 参数,本系统采用 Google 的 Gson 工具提供的方法实现对象到串的变换与反变换^[5].

各类服务均涉及对数据库的操作访问.本系统通过 Spring JdbcTemplate 提供的方法访问数据库^[6].由于系统连接的数据库只有 1 个数据库,因此将与数据源连接的 jdbcTemplate 定义为一个 Bean,其他 Bean 要访问数据库只要通过属性依赖建立与 jdbcTemplate 的关联即可.以下为数据源“dataSource”的 JdbcTemplate 对应 Bean 配置,数据源的配置取决于具体的数据库:

```
<bean id="jdbcTemplate" class="org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate">
    <property name="dataSource">
        <ref local="dataSource"/>
    </property>
</bean>
```

3.1 考试控制服务

该服务的功能主要是检查学生是否有权进入考试,进入限制有 3 种:(1)禁止进入;(2)每生 1 次,用于正规考试;(3)可多次进入,用于训练式测试.

考试进入控制服务逻辑的主要方法有:

```
boolean examEnterCheck(学生标识) // 查用户是否允许进入
void examEnterLog(学生标识) // 用户进入登记
void clearEnterLog(学生标识) // 清除某用户进入登记
```

3.2 考试组卷服务

组卷服务是根据组卷方式和组卷参数按组卷算法产生试卷.系统提供了 2 种组卷方式:一种是考试时随机组卷,每个考生试卷不同,可减少作弊;另一种是随机抽取已组卷,学生考试时从预先组好的多份试卷中随机选取 1 份.组卷参数包括考试范围、各类试题数量要求、试卷难度等.组卷结果用试卷对象表示,包括各类试题中被抽取到的试题编号构成的数组.

```
class Paper { // 试卷
    public int [] danxuan; // 选取的单选题的试题号
    public int [] duoxuan; // 选取的多选题的试题号
    .....
}
```

3.2.1 组卷服务的方法设计 组卷服务包括组卷方式、组卷参数属性,在服务初始化时将从数据查询到组卷方式和组卷参数,实现属性的设置.当教师更改组卷参数时,将对该服务的属性进行修改.组卷服务的具体方法如下:

```
public Paper genPaperFromPara() // 按组卷参数随机组卷
public Paper pickPaper() // 从预组卷中抽卷
public Paper changeOrder (paper) // 试卷乱序
```

3.2.2 快速组卷算法 组卷算法是组卷服务要考虑的关键,好的选题算法既要保证选题的合理性,又要考虑速度要求.题库中试题的知识点标识采用“章-节-问题”的形式,但选题范围是按章为单位,所以查询设计用 SQL 的 like 关键字作模糊匹配.本系统采用的算法是先保证试题的分布均匀性,将 60% 的试题按知识点平均分配并依照难度要求选题;然后,剩余 40% 的试题在知识点范围随机选题,使用 SQL 的 in 关键词选取.另外,算法能自动适应课程的实际试题数量,数量不足时按实际数量选取,选取试题多余按随机删除处理.实际证明,该算法组份试卷的时间不超过 2 s.

3.3 试卷显示服务

试卷显示服务根据显示风格要求生成不同的答卷界面,使用不同的视图模板实现试卷的显示界面.试卷显示服务由 Spring 的控制器、模型、服务业务逻辑、视图协作完成.控制器对应用户的请求逻辑,需要传递试卷信息;模型存放试卷的具体内容,将根据试题编号访问数据库得到相关信息;视图文件给出试卷的

显示模板,它将在视图解析器的控制下将模型数据填入模板对应位置。

系统提供有 2 种试卷显示界面:一种是答题卡嵌入在试题内容中,在一个视图中包括试卷内容和答题卡控件;另一种是答题卡与试卷分开,分 2 帧显示(如图 4 所示)。考试界面还有 1 帧控制试卷的时间显示和限时处理。

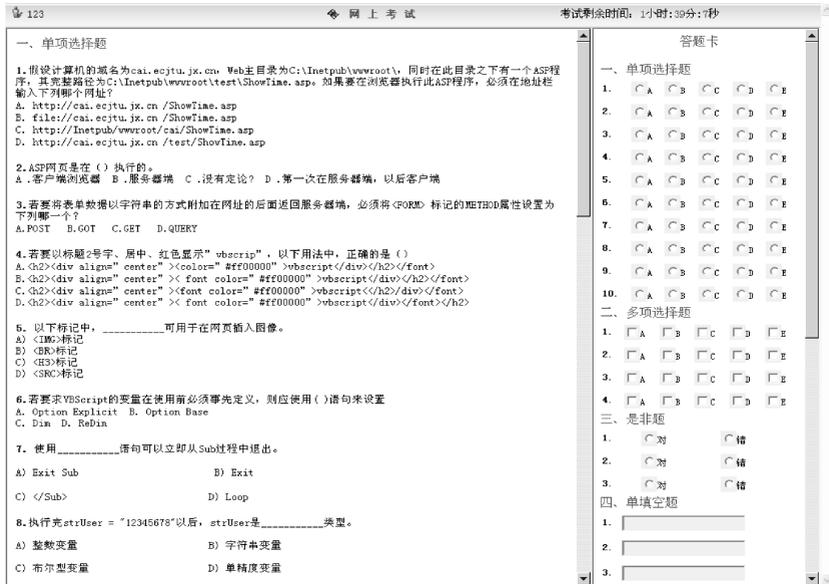


图 4 试卷内容和答题卡分 2 帧显示的界面

3.4 阅卷服务

答卷时点击交卷按钮或因限时时间用完导致自动交卷,将提交给阅卷服务处理。

3.4.1 阅卷服务的评分处理 试题判分处理分为 4 类:选择类试题(单选、多选、是非)采用精确比对方法;单填空只含 1 空,采用精确比对方法;其他填空类试题(写运行结果、完型填空、改错)都归咎为多空问题,采用统一的判分方式,用户解答按行输入,每个空占 1 行,评分将按行进行比对给分;编程类采用启发引导学生编写程序的方式,在启发过程中对学生进行评分^[7]。阅卷服务提供了如下方法:

```
private String getAnswer(试题类别, 试题编码) //获取某试题的参考答案
private int getScore(试题类别) // 获取试题的小题得分
public int marking (试题类别, 解答、答案) // 某类试题的阅卷评分
```

其中,marking 方法中根据试题类别执行相应类别的评分处理。

3.4.2 阅卷控制器的方法设计 阅卷控制器是与用户的接口,控制器通过 REST 风格的服务处理来自用户的请求,用户通过页面表单提交解答,并通过 URL 参数传递试卷。为了避免过多的数据传递处理,在阅卷控制器的处理方法中还要调用考试登记服务对学生试卷解答、分数等进行登记。阅卷控制器的判分及试卷解答登记处理的 process 方法如下:

```
public void process(试卷) { //通过 URL 参数传递试卷
    ① 根据表单提交解答与 URL 参数提交的试卷提取试题信息
    ② 调用阅卷服务逻辑对试卷的所有试题进行判分
    ③ 调考试登记服务登记
}
```

3.5 考试登记服务

考试登记服务在前面的阅卷控制器中阅卷完成后调用,由于登记过程涉及多表的处理,因此系统利用 Spring 的事务处理机制保证数据写入的完整性^[8]。考试登记服务的主要方法如下,排在后面的 3 个方法由教师操作部分调用,用于实现成绩的历史登记处理:

```
logpaper(试卷, 学生标识) //记录某生的考试用卷
logpaperAnswer(解答, 试题编号, 试题类型, 学生标识) //记录某生的试卷解答
logscore(学生标识) //记录某生的考试成绩
```

```
clearScore(学生标识) //清除所有学生解答记录  
scoreToHistory() //本次考试成绩转入历史  
clearHistory(班级、考试编号) //清除历史中某班学生的某次考试成绩记录
```

3.6 考试查阅服务

考试查阅服务是考试结束后供学生和教师进行考试分析调用. 对于该查询服务, 采用 Spring MVC 视图显示方式, 在控制器的 Mapping 方法中提供相关参数信息, 将查询结果直接映射到视图中显示. 具体方法有查询某班学生的考试分数、查阅某学生的答卷. 其中, 对于班级学生考试分数将以表格形式显示, 并通过 VML 视图显示饼图给出优秀、良好、中、及格、不及格的比例及人数^[9].

4 结语

采用 Spring 技术实现网络考试中各环节的服务建模设计. 整个网络考试的服务设计还有教师操作部分, 教师控制网络考试的各类配置、过程监控以及考试结果的检查分析, 其设计思想与文中一致. 另外, 考试过程中还涉及其他处理, 在其他文献中已有介绍, 如考试的限时控制^[10]、考试交卷后防回退处理^[11], 从而保证学生在有限时间内公平完成考试.

参考文献:

- [1] MARK FISHER, JONAS PARTNER, MARIUS BOGOEVICI, et al. Spring Integration in Action [M]. U. S. A: Manning Publishing Company, 2012.
- [2] 丁振凡. 基于 Spring Security 的 Web 资源访问控制 [J]. 宜春学院学报, 2012, 34(8): 71-74.
- [3] 丁振凡. 基于 AJAX 结合 Spring MVC 的信息访问服务模式研究 [J]. 计算机时代, 2012(6): 25-29.
- [4] 吴映波, 王旭, 林云. 面向服务的领域分析与建模框架 [J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(8): 2 704-2 707.
- [5] 丁振凡. Spring REST 风格 Web 服务的 Json 消息封装及解析研究 [J]. 智能计算机与应用, 2012, 2(2): 9-11.
- [6] 丁振凡, 李馨梅. 基于 JdbcTemplate 的数据库访问处理 [J]. 智能计算机与应用, 2012, 2(3): 29-32.
- [7] 丁振凡, 张晓瑞. 基于模板匹配的启发式编程训练软件的 Web 实现 [J]. 华东交通大学学报, 2011, 28(2): 60-65.
- [8] 丁振凡. Spring3. x 的事务处理机制的研究比较 [J]. 微型机与应用, 2012, 31(10): 4-6.
- [9] 李明翠. SVG, VML, FLASH 三种实现统计饼图的方式比较 [J]. 电脑知识与技术: 学术交流, 2007, 18: 1 721-1 722.
- [10] 丁振凡. 基于 Web 的考试系统的限时处理研究 [J]. 福建电脑, 2004(7): 18-37.
- [11] 丁振凡. Web 编程实践教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 261-262.

Service Design of the Network Examination System Based on Spring

DING Zhen-fan

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In the analysis of network examination process, this paper undertakes service modeling for each link of students operating part and designs service for the examination control, generating examination paper, paper display, paper marking, examination paper logging and papers analysis. The system, implemented by AJAX combined with Spring technology, gives the ideas for application service invocations and application integration. The Bean deployment in IOC container, as well as the Json packaging method for paper transmission between application services are discussed.

Key words: network examination system; service modeling; AJAX; Spring; Java Bean; Json

(责任编辑 向阳洁)