

计算机技术

网络无纸化考试系统研究与实现

胡双炎 易连结*

(娄底职业技术学院, 娄底 417000)

摘要 介绍了网络无纸化考试系统的设计方案,阐述了系统的逻辑结构、开发环境、模块组成以及部分实现等。并且使用开发工具 ASP.NET2.0、Ajax、SQL Server 实现了本3层 B/S 系统。实践结果表明,本系统是一个通用的、具有高用户体验的、先进的、安全的考试系统。

关键词 网络 无纸化考试系统 ASP.NET2.0 Ajax SQL Server 3层 B/S

中图法分类号 TP319; **文献标志码** A

网络在线考试系统的主流开发技术已经比较成熟,是当前网络考试软件实现的主流技术之一^[1]。

我国开展研制网络教育技术标准并指定了中国远程教育技术标准 CELTS^[2,3]。

Internet 出现后,新一代托福考试于2006年正式登录中国大陆^[4,5]。

我国研制网络考试系统情况:如英时软件公司的 PowerExam、北京清华泰豪的计算机网络考试系统、点控科技的点控考试平台等^[6]。这些考试系统大多以 C/S 结构为主,而基于 B/S 结构的软件则速度比较慢,要不断刷新浏览器界面,考生感觉不流畅;安全性方面还有待于加强。特此,我们开发了此无纸化考试系统,并且加入了 Ajax 功能,以满足人们新的体验和安全性要求。

1 系统的基本逻辑结构及优点

本网络考试系统采用浏览器/服务器(Browser/

Server)结构,系统由数据库服务器(Database Server)、应用服务器(Web Server)、客户端浏览器(Browser)组成。数据库服务器上存放试题和考试结果,Web 服务器上安装考试应用程序,客户端只需安装标准的 web 浏览器程序。三者之间示意图见图1。

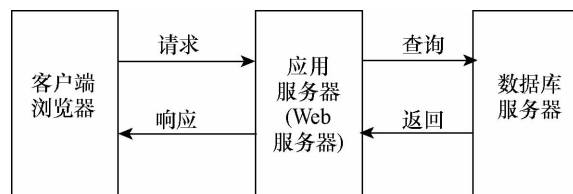


图1 B/S 结构示意图

3层 B/S^[7]结构的工作流程为:客户端通过浏览器向应用服务器发送请求,如果要从数据库中查找数据记录,则应用服务器通过查询参数向数据库服务器发送 SQL 语句,然后数据库服务器把查询结果返回给应用服务器,应用服务器把查询结果组织成标准 HTML 标记返回给客户端浏览器显示。与传统的2层 C/S 结构相比,3层 B/S 结构的优点有:

- (1) 客户端零安装,方便升级和维护;
- (2) 客户端可以跨平台操作;
- (3) 实现开发环境与应用环境的分离,提高了系统的可扩展性、安全性。

2009年9月27日收到 湖南省教育厅科研项目(08D107)资助
第一作者简介:胡双炎(1974—),男,汉族,湖南双峰人,硕士,研究方向:软件工程, E-mail: hushuangyan74@163.com.

* 通信作者简介:易连结(1971—),男,汉族,湖南涟源人,研究方向:图形图像处理与软件工程。

2 开发环境搭配

数据库服务器采用微软公司的 SQL Server 2000 或 SQL Server 2005。

应用服务器(Web 服务器)采用 IIS,IIS 在 Windows 2000 和 Windows 2003 中自己带了,方便安装和配置(并且配置开通了 SSL)。

开发环境用微软的 Visual Studio 2005,主要使用里面包含的 C#2005,ASP.NET2.0,ASP.NET Ajax。同时为了加强前端界面的开发,还使用了 ExtJS 客户端界面库来美化界面和加强客户操作体验。

3 系统组成

根据对高职院校实际考试需求情况进行调查分析和归纳总结,系统使用的用户有 3 类:管理员、教师和学生。因此将无纸化考试系统划分成了三大模块(管理员模块、教师模块、学生模块)。每个模块又包含多个子模块。具体的功能模块概要图见图 2。

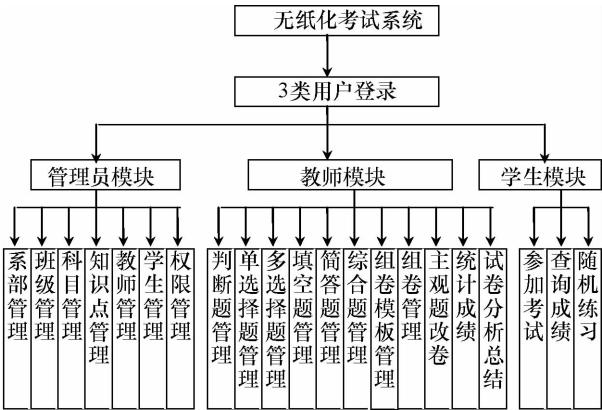


图 2 系统功能模块概要图

4 系统功能模块介绍

4.1 管理员模块

(1) 管理员登录:通过管理员 ID 和密码验证(为了安全,对密码进行了 SHA256 散列加密);

(2) 权限管理:设置各类用户的权限(尤其是学生的权限),从而保证系统及数据库的安全性;

(3) 系部管理:对系部的添加、修改、删除及查询;

(4) 班级管理:对班级的添加、修改、删除及查询;

(5) 科目管理:对每门课程(科目)的添加、修改、删除及查询;

(6) 知识点管理:对每门课程所包含的知识点的添加、修改、删除及查询;

(7) 教师管理:对教师的添加、修改、删除及查询;

(8) 学生管理:对学生的添加、修改、删除及查询。

要说明的问题:

(1) 刚开始对于密码字段加密用 MD5 算法,考虑到山东大学王小云教授对于 MD5 的碰撞研究成果,为了安全起见,就采用了 SHA256、SHA384 或 SHA512;

(2) 刚开始时,把科目管理、知识点管理、学生管理分给教师来完成,但是考虑到由于教师人数多,每个人的想法也不一样,为了便于管理和统一,就把这些模块交给管理员来完成。

4.2 教师模块

(1) 教师登录:通过教师 ID 和密码验证(为了安全,对密码进行了 SHA256 散列加密);

(2) 对各类题目的管理:本系统已经可以对判断题、单项选择题、多项选择题、填空题、简答题、综合题的添加、修改、删除及查询;

(3) 组卷模板管理:就是对于从题库中组卷的各类题目参数的管理(组卷题目参数包括:题型、科目、知识点、难度系数、已抽取次数等);

(4) 组卷管理:根据组卷模板来生成考试试卷。为了使生成的试卷公正、合理,先根据组卷模板参数从数据库中随机抽取试题(也可以利用各种智能算法,如回溯试探法、遗传算法),然后根据实际情况再进行人工调整(当然也可以不调整,从而加快试卷的生成);

(5) 主观题改卷:一般一套试卷包括客观题(判断题、单项选择题、多项选择题)和主观题(填空题、简答题、综合题),对于客观题可以在考生考试后由系统直接评分,对于主观题就要由教师来改卷。当然也可以利用一些相似性算法来由本系统对主观题阅卷,但是现在还未使用;

(6) 统计成绩:改卷后,可以以班级为单位来统计、查询成绩;

(7) 试卷分析总结:改卷后,教师可以对学生的总体得分及各类型题目的得分进行分析和总结,为以后教师授课提供参考依据,也可以根据各题目的得分率来调整题目的难度系数,为以后的智能组卷提供更加合理的参数。为了加强题库的安全性,对于各类题型的答案部分进行对称加密算法 DES 加密(有 3 类加密算法:一类为 Hash 散列加密,像 MD5,SHA1,SHA256 等,由于不可逆,不能使用;二类为公钥私钥算法,如 RSA、DSA,公钥用来加密数据,私钥用来解密数据,由于时间比较慢,也不宜采用;三类为对称加密算法 DES,保密性高,速度快,所以本系统采用此算法)。

4.3 学生模块

(1) 学生登录:通过学生 ID(学号)和密码验证(为了安全,对密码进行了 SHA256 散列加密);

(2) 参加考试:学生登录后,可以选择规定的试卷进行考试,考试的时候有时间实时显示,离考试交卷时间一分钟时系统有提示,考试交卷时间到了,系统就自动提交学生的考卷;

(3) 查询成绩:考试后,等教师改完主观题后就可以根据学号或班级来查询成绩;

(4) 随机练习:此模块主要是提供给学生考前复习使用,每次根据科目、题型、知识点、随机抽取数量来生成练习试卷供学生练习,练习成绩不会保存。

要说明的问题:

(1) 本系统的难点和瓶颈在参加考试模块,因为同时参加考试的学生的人数最多,占用服务器端的内存、资源最多。而且要防备考生利用电脑舞弊、刷新浏览器来重置考试时间、利用浏览器的前

进和后退按钮来跳转到其它网页、利用浏览器的复制和粘贴及浏览器的另存为来舞弊等等。这些都是本系统要考虑的重点问题,后面讲述系统的实现时再主要讲这个问题;

(2) 为了保护考生的答题信息,对考生的答题信息用对称加密算法 DES 来加密。

5 系统关键技术研究及实现

5.1 系统数据库设计及连接

本系统包含的数据表有管理员、系部、班级、学生、教师、科目、知识点、判断题、单项选择题、多项选择题、填空题、简答题、综合题、学生成绩、试卷参数模板、试卷仓库、试卷、试卷答卷等等。

为了方便维护系统和增强系统的可移植性,在应用程序配置文件 web.config 中新增了一个记录数据库访问字段项,具体实现:

```
<configuration>
<connectionStrings>

    <add name="strConn" connectionString="server=(local);database=NetExam;uid=sa;pwd=sa"
        providerName="System.Data.SqlClient" />

</configuration>
```

由于整个无纸化考试系统运行中很多地方都需要与数据库连接,为了达到灵活操作数据库的目的,本考试系统专门定义了一个类 DatabaseConn 负责与数据库的连接访问操作,一旦有需要,仅需调用该类便可以与数据库连接访问。这样可以极大简化系统开发工作中的编码工作量,也提高了系统的可维护性。

为了提高系统的性能及安全性,对与数据库进行频繁的访问操作都定义为存储过程。尤其是当学生参加考试读取试卷题库题目的时候,定义了一个读取题库题目的存储过程:getExamPaperData。当学生提交答卷答案的时候,定义了一个保存考生答题信息的存储过程:saveExamPaperDaTi。其它地方能用存储过程的地方尽量多用存储过程。

5.2 前端各个界面的设计及实现

通过前面功能模块概要图 2,已知有三类用户,

对应三大功能模块,每个功能模块下面又对应若干个小功能模块,一般每一个小功能模块对应一个 asp.net 界面。为了把若干个 asp.net 界面组织到一起,使用了左右框架结构,左边对应各个功能菜单,当点击某个功能菜单项时,在右边显示对应的操作界面。同时为了提高用户的操作体验,每个界面还加入了 Ajax 功能,这样用户操作每个 asp.net 界面时,不会全局刷新,只是局部刷新,就像操作桌面软件一样。本系统总共有 30 多个 asp.net 界面,下面将挑一个最富有挑战 and 苛刻的小模块进行设计和讲解:学生参加考试模块。

为了给普通的 asp.net 界面加入 Ajax 功能,需要在界面加入控件 <ScriptManager>、<UpdatePanel>,其中 <UpdatePanel> 为局部刷新区域,你可以往 <UpdatePanel> 中加入你的 asp.net 控件,并且可以设置为只刷新 <UpdatePanel> 局部区域,也可以加入多个 <UpdatePanel> 局部刷新区域,从而提高用户的体验。

5.3 学生参加考试模块的设计及实现

学生参加考试的设计界面见图 3。页面最顶端放置了一个 ScriptManager 控件,然后在下面依次放置了 4 个局部刷新区域 UpdatePanel。

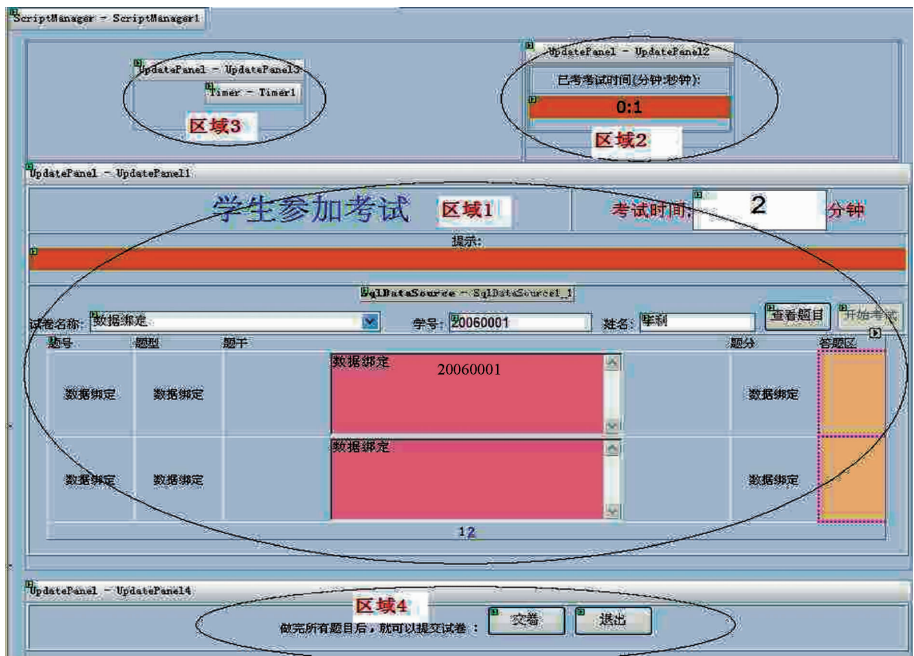


图 3 学生考试设计界面

学生考试的操作流程为:其中区域 1 是考生考试主界面,当考生选择试卷名称后,点击“查看题目”按钮,如果此考生未参加过此次考试,就会把考题显示在下面的 GridView 网格控件上,GridView 网格控件包含有:题号、题型、题干、题分、答题区五列,其中答题区列是动态创建的,因为对于判断题、单项选择题、多项选择题、填空题、简答题、综合题它们的答题区显示格式不一样,所以只能动态创建。然后点击“开始考试”按钮,就可以开始答题(答题区界面在这个时候才动态显示),同时区域 3

的计时器开始计时,并且动态把已考时间显示在区域 2 上面。如果考生做完了考题,就可以点击区域 4 中的“交卷”按钮,把答题信息存入数据库中。如果离交卷时间只有 1 min 时,区域 3 的计时器会提醒考生考试时间还剩 1 min,当考试时间到了时,区域 3 的计时器会自动激发区域 4 的“交卷”按钮点击事件,从而自动交卷,并退出考试界面。

疑问:为什么要把考试界面分成多个局部刷新区域呢? 因为如果把所有控件都放入一个 UpdatePanel 中,当计时器产生计时事件时,整个 Up-

datePanel 中就会刷新从而产生闪烁现象。所以要尽量把一些经常更新的控件放到一个小区域 UpdatePanel 中,这样它更新时,只会刷新自己所在的 UpdatePanel 小区域,而不会对其它区域刷新。当然还要注意各个区域中控件的事件激发配置,如区域 3 中计时器 Timer1 作为区域 4 的事件激发源,区域 4 中的按钮“交卷”作为区域 1 的事件激发源。

注意点:

(1) Timer1 的事件激发时间间隔不要太短,本系统设为 10 000 (10 秒)比较合适;

(2) 读试卷题目和保存考生答题信息,都用到了存储过程,从而提高效率 and 安全性;

(3) 为了解决考生舞弊的问题,如刷新浏览器、复制粘贴答案、查看电脑里面的资料等等,另外开发了一个自定义的专用考试浏览器,这样考生就只能考试而不能做其它事情。

6 使用及改进情况

本网络无纸化考试系统在 2007 年 3 月就开始研究开发,2008 年 2 月初步完成,到 2008 年 10 月初步完善,之后就一直对访问速度、用户体验和安全性进行改进,到 2009 年 6 月份才算比较完善。具体情况为:

(1) 2007 年 3 月开始基于网络无纸化考试系统的开发,初步选用开发工具:VS2003 (包含 ASP.NET1.1、C#)、SQL Server 2000,Web 服务器为 IIS。2008 年 3 月开始在本校试用,发现一些问题如下:

a) 数据库的完整性设计及权限管理考虑欠周到,很少用存储过程,所以数据库里面的冗余数据多、有些记录之间没有指定关系、每类用户的权限不明确,访问效率不高;

b) 试用人数多时客户端界面反应迟钝,用户的使用体验不好,界面常重新刷新,尤其是学生的考试模块界面,经常出现刷屏很严重;

c) 用户界面比较粗糙,跟商业软件的漂亮界面相比有一定的差距。

(2) 对数据库进行了修改(考虑了权限管理、

完整性设计、关键地方使用存储过程),改用微软公司的 VS2005 开发工具(包含了 ASP.NET2.0、C# 2005)、ASP.NET Ajax、SQL Server 2005、ExtJS 库(主要对用户界面进行美化)进行改进升级开发,于 2008 年 10 月初步完善,基本上解决了(1)中的三个问题。随后在本校经试用,发现如下一些问题:

a) 数据库中重要信息未加密,管理员等人员可以对考试系统数据库中的数据随意修改;

b) 考生在考试过程中可以离开考试浏览器界面,访问电脑上的其它资料进行舞弊,还可以对浏览器上的考试界面上的试题、答案进行复制和粘贴,从而进行舞弊,还可以利用浏览器工具栏上面的前进、后退和刷新按钮进行舞弊等等操作;

c) 有些考生的电脑由于中途死机、重启,造成考生答题信息的丢失。

(3) 从 2009 年 2 月到 6 月又进行了研究和改进。主要的解决方案如下:

a) 对数据库中的重要信息进行加密处理,如用户的密码进行 SHA256 哈希加密,试题信息、考生答题信息等进行 DES 对称加密处理。并且对 Web Server 服务器进行 SSL 开通和设置,保证客户端与服务器之间安全加密通信。

b) 为了全面的解决考生舞弊问题,开发了一个定制的考试专用浏览器,并利用 Windows 的底层 API 函数对操作系统的一些功能进行了屏蔽,这样当考生在考试过程中,就只能进行考试而不能做与考试无关的事情,保证考试的公平、公正性。

c) 当考生在考试过程中,每隔 10 分钟系统定期进行考生答题信息保存,考生也可以手动保存。如果意外死机可以将损失降到最少化。

2009 年 6 月底,本系统作为软件技术专业学生的考试试用平台,当有 88 人同时参加考试时,服务器端耗用内存 150 M,CPU 占用率为 50% 左右,前端考生界面统一用自己开发的定制浏览器来参加考试,考生不能做其它与考试无关的事情。为了减少考试中考生答题信息意外丢失的情况,考生可以多次保存考试答题信息并可以自动定期保存,并且交卷前 1min 会提醒考生,考试时间到了会自动提交试

卷并退出,并且计算出客观题分数。然后改卷老师可以以班级为单位来批改试卷,然后还可以对考生成绩以班级为单位进行统计分析,从而为下次考试提供反馈,学生可以以学号来查询考试成绩。

7 展望

本系统采用 ASP. NET 2. 0 + SQL Server + Ajax 开发,符合典型的 Web2. 0 特点,是一个通用的、具有高用户体验的、先进的、比较安全的考试系统。尤其是对数据库中重要信息进行了加密处理,使得考试的公平、公正性得以体现;客户端浏览器与 Web Server 服务器之间进行 SSL 加密通信,保证通信安全性;客户端界面采用 ASP. NET Ajax 技术与 Web Server 服务器端进行异步传输,改善了用户的使用体验,大大减少了浏览器界面的刷新及等待问题;考生考试时采用定期保存考生答题信息,保证考生的答题信息及时进行保存,使损失最小化。

由于本系统主要在校园网上进行测试和试用

的(由于测试时间短,肯定还有许多问题要解决),还未在 Internet 上面进行真正的测试和试用,尤其是安全性方面的测试,这是以后要改进和完善的,估计到 2010 年这个工作进行初步的解决。

参 考 文 献

1 张小艳,龚尚福. ASP 技术在网上考试系统中的应用. 西安科技学院学报,2002;22(1):53—55
2 杨宗凯,吴 砦,刘清堂. 网络教育标准与技术. 北京:清华大学出版社,2003
3 现代远程教育规范. <http://www.edu.cn/html/keyanfz/yuanchengjiaoyu.shtml>,2002
4 Zareva A. What is new in the new TOEFL-iBT 2006 test format. Northern Arizona University,2005;2(2):45—57
5 刘连娣. 新一代托福网络考试. 中国考试(研究版),2006;(6):51—55
6 欧阳炜昊. 基于 .NET 的网络考试系统的设计与实现. 中南大学学报,2007;(11):3—4
7 窦 治. 基于 B/S 与 c/s 的网上考试系统的实现. 乌鲁木齐:新疆大学,2003

Study and Realization of Paperless Examination System Based on Network

HU Shuang-yan, YI Lian-jie *

(Loudi Vocational & Technical College, Loudi 417000, P. R. China)

[Abstract] A design scheme of paperless examination system based on network is given. It introduces about the logical structure, development environment, module components and partial implementing and so on of this system. And the 3-tier B/S system has been implemented by development tools: ASP. NET 2. 0, Ajax and SQL Server. By practice the results show that this system is a commonly used, a high user experience, advanced and secure examination system.

[Key words] network paperless examination system asp. net 2. 0 Asynchronous JavaScript and XML SQL Server 3-tier B/S