

# 基于 ERBAC 模式的在线考试模型研究与实现

何利雪, 陈 健

(陕西师范大学 计算机科学学院, 陕西 西安 710062)

**摘 要:**互联网及信息技术在教育领域的广泛应用,为建立有效支持在线考试与测验的模式和方法提出了挑战和机遇。文中基于将考试/测验相关信息作为在线学习过程中重要资源的原则,探讨此类资源生命周期中的规划、建设、使用、分析等活动,提出一种支持多种教学和学习模式的在线考试系统模型,并在系统的安全访问控制中,针对传统的 RBAC 模型所存在的问题,采用改进的混合授权的扩展模型(ERBAC)式实现。通过资源共享课程建设和应用验证了这一模型和系统的有效性。

**关键词:**在线学习;资源共享;ERBAC;考试系统

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)04-0139-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.04.032

## Research and Realization of Online Test/Examination System Based on an ERBAC Model

HE Li-xue, CHEN Jian

(School of Computer Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** The wide application of Internet and information technology in education field, put forward the challenges and opportunities for establishing the mode and method supporting the online examination and tests. Based on the principle of the examination/test related information as an important resource in the process of online learning, explored the planning, construction, use, analysis and other activities in the life cycle for such resources, and an online examination system model supporting a variety of teaching and learning mode was proposed, and used an improved mix granted extended model in the security access control system in order to solve the problems in traditional RBAC model. Then validated the effectiveness of this model and system by resource sharing learning construction and application.

**Key words:** online learning; resource sharing; ERBAC; examination system

## 0 引 言

伴随多媒体和计算机网络技术在教育领域应用的不断发展,传统的学习模式受到了前所未有的冲击,各种新的学习模式如潮水般涌现,例如基于传统的学习管理系统 LMS<sup>[1]</sup>、基于以学习者为中心的个人学习环境 PLE<sup>[2]</sup>,以及近年来新兴的大规模在线开放课程 MOOCs<sup>[3]</sup>。通常将这些学习模式统称为在线学习,又称网络化学习或电子学习 e-learning。在线学习是通过在网上建立教学资源共享和在线学习平台,学习者应用网络随时随地进行在线学习的一种全新方式。这一平台通常具备教学资源管理、用户管理、学习活动、在线考试/测验、课程作业、资源下载、问题讨论、交流

协作等多项功能。在线学习平台中,考试/测验是学习和教学不可或缺的重要环节。通过考试,教师可以了解学生的学习效果并及时调整教学方式,也是考核学生学习的重要手段之一。通过测验,学习者可以了解自己知识的掌握情况,提高学习效率。采用现代信息技术,系统可以根据学习者考试/测验的结果分析,为学习者推荐学习资源或提出建议。

随着教学资源共享<sup>[4]</sup>逐渐成为在线学习的重要部分,考试/测验以及相关信息成为重要的共享资源,尤其对于课程资源发展和教学改革具有重要意义。同时由于在线学习模式的多样化,对在线学习平台中的考试系统提出了更高的要求。在支持传统教学方式中所

收稿日期:2014-05-19

修回日期:2014-08-24

网络出版时间:2015-02-23

基金项目:陕西高等学校教学改革研究项目(13BY23);西安市工业应用技术研发项目(CXY1133(5))

作者简介:何利雪(1989-),女,硕士研究生,研究方向为电子服务与电子学习;陈 健,博士,副教授,CCF 会员,研究方向为电子服务、服务工程、软件工程。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150223.1233.010.html>

需要的考试/测验前提下,需要支持例如翻转学习中学生自我学习的自测验。

文中在面向教学资源共享<sup>[5]</sup>的背景下,分析多种学习模式下考试系统的特点和机理,提出一种针对不同角色并跨越所有相关活动的考试系统模型。基于此模型和 ERBAC 模式设计和开发了教学资源共享和在线学习平台中的考试系统,以更好地支持学习效果的检测和考核。通过在混合式课程教学和学习中的应用,验证了这一模型的有效性。

## 1 考试系统逻辑模型与系统建模

在线学习平台中考试系统是一个相对完整的部分,并与平台中其他模块(例如在线学习和互动交流)相互作用和衔接。考试系统包括对课程设置、建立和管理题库、组卷、在线考试/测验、自动批阅、手动批阅、试卷查看、成绩查询、成绩分析等多种活动的支持。首先建立整体过程的逻辑模型,在此基础上进一步对重要活动进行分析和建模。

在考试系统中,通常有教师(课程负责人、主讲教师、助教)和学习者多种角色参与各种活动。下面是在线学习平台中涉及到考试系统的典型活动:

(1)题库建设与管理。题库是出卷的基础,教师根据课程结构和知识点,持续建设和维护不同类型的试题、测验题、作业题等。每个题目通常与课程内容、知识点联系起来,并可提供参考答案。

(2)试卷生成与管理。教师根据课程设计要求,基于题库建立测验考卷或试卷<sup>[6]</sup>,并根据模板编辑和打印试卷(常规考试)或部署在线考试时间(确定考核对象、开始时间、结束时间、IP 地址限制等)。

(3)考试/测验。学习者参加在线或者线下考试/测验<sup>[7]</sup>。

(4)在线测试。学习者在线学习,由教师设置或学习者自选测验题,并给出测验分析结果,辅助学习者进一步有效学习。

(5)评阅和分析。教师对试卷进行评阅,以及对成绩进行分析和处理。

从以上典型活动可以看出,包括试题、答案以及不同学习者参加考试/测验的结果等构成了教学资源的重要部分。这一资源在整个教学和学习过程中不断演化和积累,把握和揭示这一资源蕴含的学习规律,对于教学者和学习者都具有重要意义和作用。因此从具有演化特征的教学资源及其共享角度分析不同角色对这类资源的活动模型,对于考试系统设计与实现具有重要意义。

图 1 是刻画具有演化特征的考试相关资源和所对应多种角色活动关系的逻辑模型。

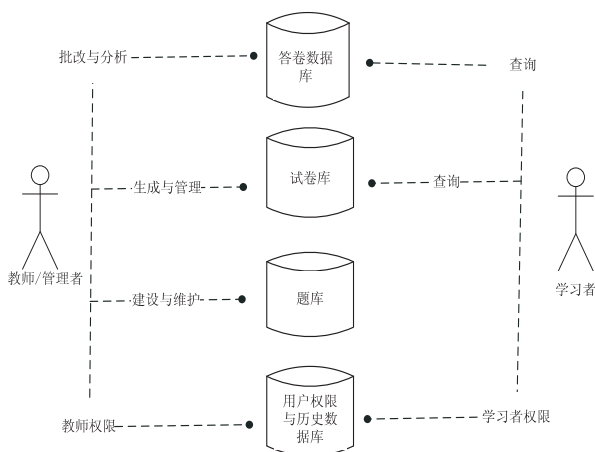


图 1 考试系统逻辑模型

在此基本逻辑模型基础上,从对考试资源的生成、使用、管理、分析等需求出发,有必要对题库、试卷库、答卷和评卷库进一步精确建模,以更好地支持对这些资源的操作和分析。

首先定义题库的基本单元“试题”。试题信息除了自己本身的信息外,还应该包括所属课程、知识点、难易程度等。试题题型包括选择题(单选和多选)、填空题、判断题、简答题、综述题等,根据每种题型特点设置专用的显示格式。

由此可以定义题库为试题的集合。这个集合随课程资源建设而不断增加。题库管理者可以基于题库模型进行许多资源建设相关的操作,例如针对某一个或多个知识点,查看已有试题。

基于试题和题库,定义试卷库。试卷库管理者可以针对某种需要建立试卷,例如为期末考试准备多套可选试卷,要求有确定的答题时间和知识点覆盖面。又例如可以针对一组知识点建立全部由选择题组成的在线自我测验试卷,用于学生学习期间在线自我测试学习效果。

基于试卷库,定义答卷和评卷库。学习者根据教师设置或自选测试题在规定的时间内答卷,答卷结束后,系统自动评阅客观题并给出客观题的分数,同时将学习者的答卷情况记录在数据库中形成答卷库,主观题需教师手动批阅,从而形成评卷库。

最后,一个课程的考试资源定义为题库、基于该题库的试卷库,以及基于该试卷库的答卷和评卷库之积。

基于以上考试资源的定义,可定义众多针对考试资源的操作,由此完成对考试资源的生命周期和应用的定义。

## 2 系统实现

### 2.1 系统体系结构

系统基于瘦客户模式的 B/S<sup>[8]</sup>应用体系,它是随着 Internet 技术的兴起,对 C/S 结构的一种变化或者

改进的结构。在这种结构下,用户工作界面是通过浏览器来实现,极少部分事务逻辑在前端实现,但是主要事务逻辑在服务器端实现,简化了系统的开发、维护和使用。考试系统主要是考生在线考试,对客户端的功

能要求不高,采用此架构具有很大的灵活性,可以随时随地使用考试系统中的功能。按照多层设计理论,系统应用四层体系架构,分别是浏览器层、Web 服务器层、业务处理层、数据层。系统架构图如图 2 所示。

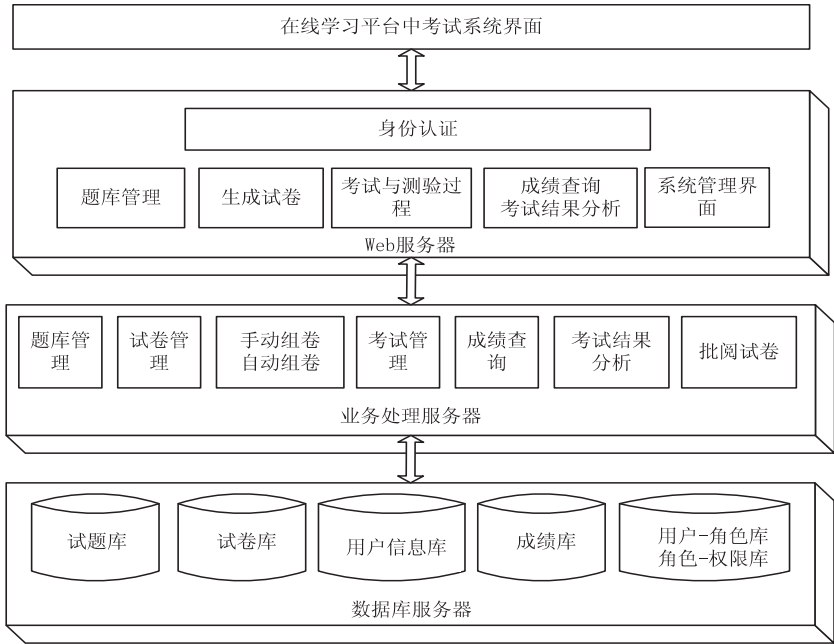


图 2 系统架构图

2.2 数据库设计

数据库在系统中占有非常重要的作用,数据库设计的好坏直接影响系统的效率,系统采用 SQL Server 2005 进行具体的数据库设计,经过详细的系统分析,考试系统需要存储的主要数据内容包括:用户基本信息、用户-角色、角色-权限、试题、试卷、考试信息、成绩、系统设置信息、安全信息等。以试题数据库的设计为例<sup>[9]</sup>,不同试题类型的设计方法不同,例如选择题是由题目和选项组成,而简答题没有选项,为了方便不同类型试题的存储,试卷主表存储试题的公共信息,其试题答案和选项则存入试题子表。

2.3 系统权限管理实现

在线学习平台中考试系统是平台的一个应用系统,平台中的权限管理和考试系统的权限管理是共享的,考试系统中的权限管理只需要调用平台中的权限管理。在线学习平台是面向多用户的,不同的用户

在登录后跳转至不同功能的界面完成不同的操作。为了防止非法用户对系统的访问和满足不同用户的需求,需要构建健全的权限管理。文中提出扩展型基于角色的访问控制 ERBAC<sup>[10-13]</sup> 模式的多级权限管理方法。

2.3.1 RBAC 模型和 ERBAC 模型

在各种 RBAC 模型中,较为全面的是由 George Mason 大学的 Sandhu 等人提出的 RBAC96 模型<sup>[14]</sup>,如图 3 所示。RBAC 模型是在用户和权限之间引入角色的概念。所谓“角色”,就是一个或是多个用户可执行的操作的集合。RBAC 的基本思想是:授权给用户的访问权限,通常由用户在一个组织中担当的角色来确定。当用户被赋予一个角色<sup>[15]</sup>时,用户具有这个角色所具有的所有访问权。真正决定访问权限的是用户对应的角色。RBAC 的优点在于它对授权管理的支持,主要的管理工作即为授权或者取消用户的角色。

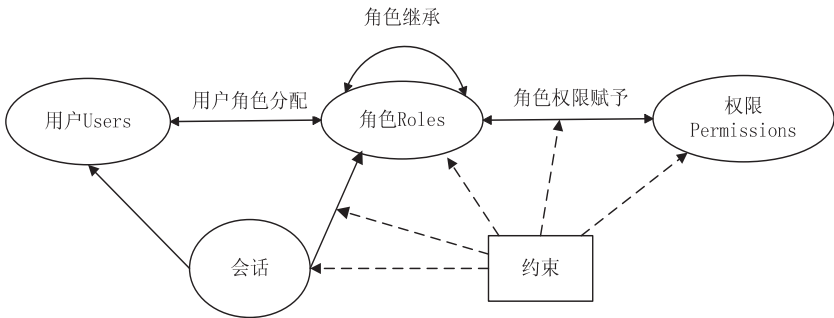


图 3 RBAC 模型

针对 RBAC 授权不灵活的改进,在 RBAC 模型的基础上提出了 ERBAC<sup>[16-17]</sup>,如图 4 所示。ERBAC 模型除了 RBAC 角色授权外,还可以对用户和用户组直接授权。当一个用户访问系统的资源时,只要用户、用

户组和用户所属角色之一被赋予权限,就可以访问资源。这种混合式授权方法增强了用户授权的灵活性和可维护性。

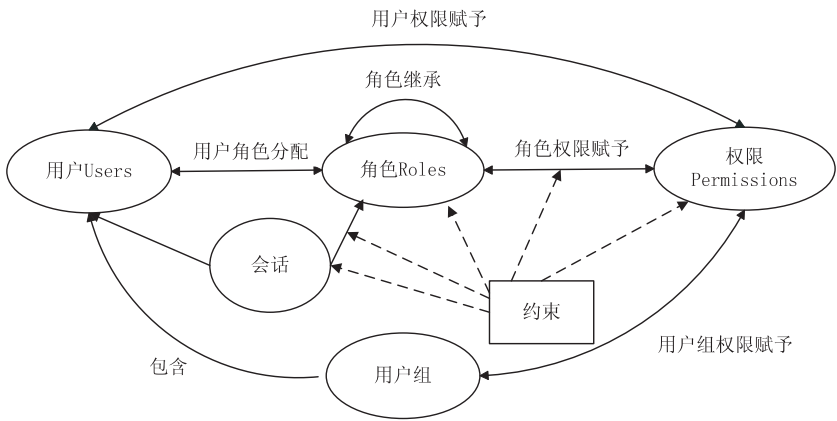


图 4 ERBAC 模型

2.3.2 功能模块

根据扩展型基于角色的访问控制 ERBAC 模型,在线学习平台的权限管理功能模块主要涉及四个活动,如表 1 所示。其中,用户和角色、角色和权限、用户组和权限是多对多的关系。当授权结束,一个用户所拥有的权限是该用户所属角色和所属用户组拥有的权限之和。

2.3.3 访问控制机制

在线学习平台中一般有管理员、课程负责人、主讲教师、助教和学习者等,不同的用户对访问考试系统的资源权限不同,例如管理员这一角色,根据不同身份的管理员,进行不同权限的分配,主要负责系统维护、用户管理、身份认证等。学习者主要进行在线考试/测

验,查看考试/测验成绩等。为了保证系统的安全性,避免越权行为,系统的权限管理的访问控制机制<sup>[18]</sup>如图 5 所示。

表 1 权限管理功能模块

功能	功能描述
用户管理	用户的基本信息、用户所具有的角色以及登录和权限验证
用户组管理	用户组的基本信息,用户组所具有的权限
角色管理	角色的基本信息、角色所具有的权限、角色对用户的分配
权限管理	权限的基本信息、权限分配角色、权限分配用户、权限分配用户组

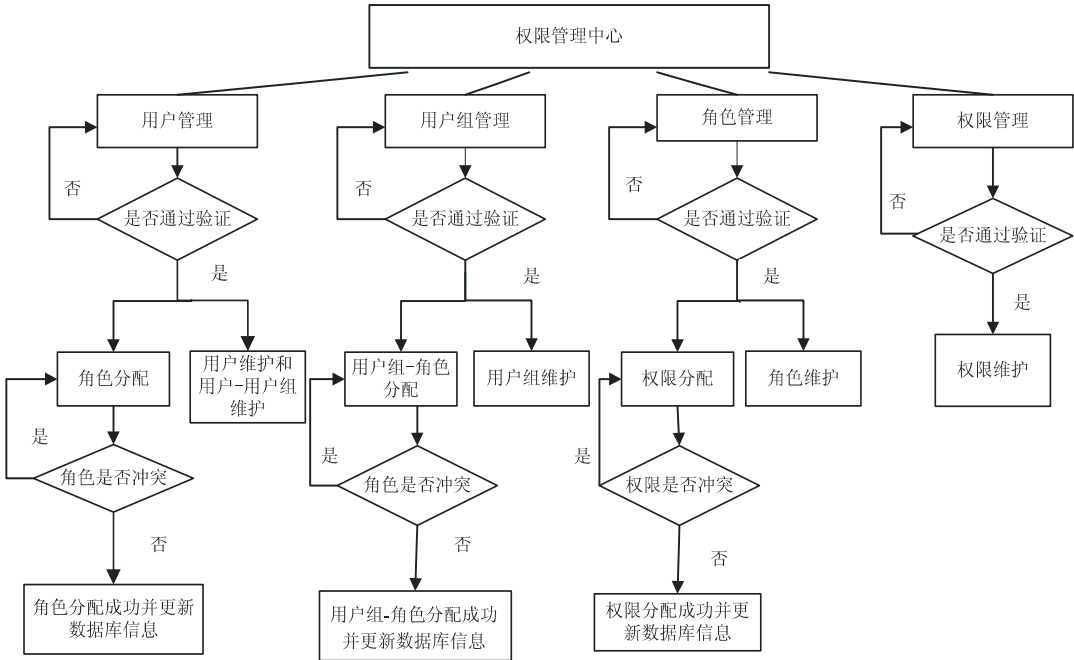


图 5 权限管理访问机制图



### 3 验证

根据该系统的设计,将其应用在软件工程资源共享课程平台的考试系统中。在实际使用过程中,收集各个用户反馈的信息,及时改进系统的操作和功能,避免出现潜在的问题。

在软件工程资源共享课程平台的考试系统中,为了保证系统的安全性,支持不同的用户拥有不同的访问权限。管理员拥有最高权限,在合法登录模式下,能使用考试系统的所有功能。教师主要负责试题、题库、试卷、成绩的管理和维护。学习者拥有三种模式的检测学习效果方式。第一,单元测验,学习者每学习完一章(或节)进行自我检测,单元测试只设置客观题,测验不通过不能进行下一章(或节)的学习。第二,在线考试(例如期末考试),试卷可以是统一试卷,或者是随机抽取的试卷,试题由主观题和客观题组成,客观题由系统自动给出分数,主观题需要相关教师手动批阅。第三,线下考生,教师根据试卷模板编辑和打印试卷,组织学生线下考试。学习者考试/测验完,系统根据学习者的考试/测试结果,为学习者推荐适合的学习资源,提高学习者的学习效果。安排了120名学生使用该系统参加软件工程课程的在线考试,考试过程中,系统运行稳定,在网络服务高峰并没有出现服务器死机现象,考生考试过程和人工批阅工作顺利完成,取得了预期的效果。

通过使用软件工程资源共享课程平台中的考试系统,极大地减轻了教师的工作量,能及时发现学生的薄弱环节,及时调整教学方式。学习者可以随时检测近期的学习效果,及时查漏补缺。

### 4 结束语

文中是基于在线学习平台中考试模型的研究,分析了考试系统应具备的核心功能以及基于 ERBAC 模式下权限管理的设计,有效弥补了 RBAC 角色授权机制的缺陷。最后通过软件工程资源共享课程平台中的考试系统进行验证。文中设计的考试系统操作简单、界面友好、功能完善、维护便捷,大大节省了人工资源,提高了教学管理水平。但由于受硬件设备和开发技术等方面的限制,系统部分模块功能不够完善,有待于进一步完善和健全。例如在线考试中采用的自适应测试还没有取得很大的成果,需要进一步的深入研究。

### 参考文献:

- [1] 刘焕君,孙淑霞,丁照宇,等.学习管理系统(LMS)的设计与实现[J].计算机应用,2003,23(12z):276-277.
- [2] Jeremi Z, Jovanovi J, Gašević D. Personal learning environments on the social semantic web[J]. Journal of Semantic Web, 2013, 4(1): 23-51.
- [3] Cooper S, Sahami M. Reflections on Stanford's MOOCs[J]. Communications of the ACM, 2013, 56(2): 28-30.
- [4] 项 聪, 骆雪超. 网络教学资源共建共享的探索与实践[J]. 中国远程教育, 2005(10S): 51-53.
- [5] 孙进康, 陈章其. 高校网络教学资源的建设与共享[J]. 中国电化教育, 2008(1): 60-63.
- [6] 李美满, 易德成. 通用考试系统开放题库与组卷及评卷算法研究[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(10): 2743-2745.
- [7] 陈荟慧, 张新颜. 在线考试系统的分析与设计[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(10): 214-217.
- [8] 陆垂伟, 周松林, 李 芳, 等. 基于 J2EE 的网络考试系统的设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(10): 139-149.
- [9] 王 蓉, 汪诗林. 基于 J2EE 架构的网络考试系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41(28): 211-214.
- [10] 杨 柳, 危初勇, 陈传波. 一种扩展型基于角色权限管理模型(E-RBAC)的研究[J]. 计算机工程与科学, 2006, 28(9): 126-128.
- [11] 蔡 琼, 韩洪木, 左翠华. RBAC 模型的角色层次关系及授权管理研究计[J]. 计算机工程与科学, 2007, 29(4): 36-37.
- [12] 罗 海, 安世全. 网络访问控制及对 RBAC 模型扩展的研究[J]. 重庆邮电大学学报: 自然科学版, 2008, 20(6): 714-718.
- [13] 高正宪, 涂亚庆, 李中学. RBAC 授权数字证书的设计与实现[J]. 重庆邮电大学学报: 自然科学版, 2007, 19(2): 228-230.
- [14] Sandhu R S, Coynek E J, Feinstein H L, et al. Role-based access control models[J]. IEEE Computer, 1996, 29(2): 38-47.
- [15] 姜俊萍. 基于 RBAC 模型的通用权限管理组件的设计与实现[D]. 上海: 复旦大学, 2010.
- [16] 邢汉发, 许礼林, 雷 莹. 基于角色和用户组的扩展访问控制模型[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(3): 1098-1100.
- [17] 汪林林, 张玉林, 张学旺. ERBAC 模型的改进与实现[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(10): 3929-3932.
- [18] 陈丹丹. 基于 RBAC 的权限管理组件的设计与实现[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.

# 基于ERBAC模式的在线考试模型研究与实现

作者：[何利雪](#)，[陈健](#)，[HE Li-xue](#)，[CHEN Jian](#)  
作者单位：[陕西师范大学 计算机科学学院, 陕西 西安, 710062](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)  
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)  
年，卷(期)：2015(4)

引用本文格式：[何利雪](#), [陈健](#), [HE Li-xue](#), [CHEN Jian](#) [基于ERBAC模式的在线考试模型研究与实现](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(4)