

天津农学院

毕 业 设 计

中文题目：基于 JavaWeb 技术的在线考试系统的设计
与实现

英文题目：Design and implementation of online examination
system based on JavaWeb technology

学生姓名 王震

二级学院 计算机与信息工程学院

系 别 软件工程系

专业班级 20 级软件工程专业 4 班

指导教师 陈长喜、张伟东

成绩评定 优

2020 年 6 月

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
1 绪论	1
1.1 开发背景	1
1.2 开发目的	1
1.3 设计思路	2
2 系统总体说明	3
2.1 使用环境	3
2.2 系统主要功能	4
2.2.1 用户登录功能	4
2.2.2 系统管理员模块功能	4
2.2.3 考务管理员模块功能	4
2.2.4 教师模块功能	5
2.2.5 学生模块功能	5
2.3 系统主要特点	6
3 开发环境与相关技术	7
3.1 开发环境	7
3.2 开发工具	7
3.3 设计方法与技术	7
3.3.1 系统设计目标	7
3.3.2 系统开发技术介绍	9
4 系统功能设计	10
4.1 系统总体设计	10
4.2 数据库设计	11
4.2.1 表结构	11
4.2.2 表记录	13
4.3 登录功能设计	20
4.3.1 用户名密码登录功能的设计	20
4.3.2 刷脸登录功能的设计	20
4.4 系统管理员模块功能设计	20
4.4.1 教师人员管理功能设计	20
4.4.2 考务人员管理功能设计	21
4.5 考务管理员模块功能设计	22
4.5.1 学生管理功能设计	22
4.5.2 班级管理功能设计	22
4.6 教师模块功能设计	23
4.6.1 试卷组成策略管理功能设计	23

4.6.2	知识点管理功能设计	23
4.6.3	试题管理功能设计	24
4.6.4	试卷管理功能设计	24
4.6.5	课程管理功能设计	25
4.6.6	出卷算法（遗传算法）功能设计	25
4.6.7	出卷算法（随机算法）功能设计	28
4.6.8	出卷算法（固定算法）功能设计	28
4.6.9	阅卷功能设计	28
4.6.10	成绩管理功能设计	28
4.7	学生模块功能设计	28
4.7.1	在线考试功能设计	28
4.7.2	在线监考功能设计	28
4.7.3	成绩查询功能设计	29
5	系统功能实现	29
5.1	系统总体实现	29
5.2	登录功能实现	30
5.2.1	用户名和密码登录功能实现	30
5.2.2	刷脸登录功能实现	31
5.3	系统管理员模块功能实现	32
5.3.1	教师人员管理功能实现	32
5.3.2	考务人员管理功能实现	33
5.4	考务管理员模块功能实现	34
5.4.1	学生管理功能实现	34
5.4.2	班级管理功能实现	36
5.5	教师模块功能实现	37
5.5.1	试卷组成策略功能实现	37
5.5.2	知识点管理功能实现	37
5.5.3	试题管理功能实现	38
5.5.4	试卷管理功能实现	39
5.5.5	课程管理功能实现	41
5.5.6	出卷算法（遗传算法）功能实现	42
5.5.7	出卷算法（随机算法）功能实现	44
5.5.8	出卷算法（固定算法）功能实现	45
5.5.9	阅卷功能实现	46
5.5.10	成绩管理功能实现	47
5.6	学生模块功能实现	48
5.6.1	待考考试查询功能实现	48
5.6.2	在线考试功能实现	48
5.6.3	在线监考功能实现	49
5.6.4	查询成绩功能实现	49
6	结论与讨论	50
6.1	系统创新点	50
6.2	设计不足之处	50

6.3 进一步改进的设想	51
6.4 经验与体会	51
【参 考 文 献】	53
致 谢	55
附录 1: 相关英文文献	56
附录 2: 英文文献中文译文	62

摘 要

随着在线教育方面的快速发展,尤其是在疫情期间,在线课堂与在线考试越来越受到重视;在线考试除远程、异地功能外,还能在题库基础上,多层次、多角度、多要求复合组卷,减轻教师与管理者负担,能降低成本,提升效率,并在一定程度上杜绝考生作弊和替考等现象,而具有良好的应用前景。

系统充分考虑当前在线考试系统所提出的高效率出卷的需求,将遗传算法与人脸识别技术结合在一起,开发了基于 B/S 架构的在线考试系统,项目基于 Maven 插件,采用 Java 语言开发,后端处理框架采用的是 Spring Boot 框架,前端采用 jQuery 与 HTML 技术,系统采用 Dao、Service 与 Controller 三个层次开发,保证了代码复用性与可维护性;在 Dao 层采用 MySQL 作为数据库管理系统,运用持久层框架 MyBatis,用动态代理技术保证对数据库的优化操作。Service 层运用 Transaction 技术实现了事务处理,运用前端控制器与视图解析器实现了 Controller 层。在系统安全方面,利用了 Spring Security 框架来对用户发起的请求进行鉴权。系统还添加了人脸识别技术,实现了登录与监控方面的人脸识别。通过多种新技术的结合,使得在线考试系统不论是在功能还是性能方面都比普通在线考试系统更优越。经测试,系统具有运行流畅、资源占用小的特点,系统可大幅度缩减教师出卷时间和阅卷时间,并可有效减轻考生替考、作弊等现象。该系统主要适用于学校使用,只需简单配置,无需改动代码,即可部署,后续可广泛使用。

关键词: 在线考试; 人脸识别; 遗传算法; 网络教育;

ABSTRACT

With the rapid development of online education, especially during the epidemic period, online classrooms and online exams have been paid more and more attention; in addition to the remote and remote functions, online exams can also be multi-level, multi-angle and multi-requirement based on the question bank Compound test papers can reduce the burden on teachers and administrators, reduce costs, improve efficiency, and prevent candidates from cheating and replacing exams to a certain extent, and have good application prospects.

The system fully takes into account the demand for high-efficiency paper production proposed by the current online examination system, combines genetic algorithms and face recognition technology, and develops an online examination system based on the B / S architecture. The project is based on the Maven plug-in and is developed in Java language. The back-end processing framework uses the Spring Boot framework, the front-end adopts jQuery and HTML technology, the system uses Dao, Service and Controller three levels of development, ensuring code reuse and maintainability; using MySQL as the database management in the Dao layer The system uses the persistent layer framework MyBatis, and uses dynamic proxy technology to ensure the optimized operation of the database. The service layer uses Transaction technology to implement transaction processing, and the front-end controller and view resolver implement the Controller layer. In terms of system security, the Spring Security framework is used to authenticate requests. The system also

adds face recognition technology to achieve face recognition in login and monitoring. Through the combination of various new technologies, the online examination system is superior to the ordinary online examination system in terms of function and performance. After testing, the system has the characteristics of smooth operation and small resource occupation. The system can greatly reduce the time for teachers to complete the papers and review the papers, and can effectively reduce the phenomenon of candidates taking the exam and cheating. The system is mainly suitable for school use. Users can deploy it with simple configuration without changing any code, and it can be promoted and used in the future.

Key words: Online examination; Face recognition; Genetic algorithm; Online education;

基于 JavaWeb 技术的在线考试系统的设计与实现

王震

(天津农学院 计算机与信息工程学院)

绪论

1.1 开发背景

随着信息化社会的迅猛发展, 计算机技术也在跟着不断的迭代更新。邓小平同志说过“科学技术是第一生产力”, 在这个高速发展的时代, 网络技术也被要求跟上时代的步伐, 走在社会进步的前沿, 因为它代表不仅的是一种精神, 也是一种力量, 一种趋势。其中, 网络教育的发展给我们带来了更多的学习机会, 尤其是最近几年, 各种各样的网络教育平台更是如雨后春笋般冒出, 人们可以不限时间, 不限空间的进行各种学习, 网络化教育已经一发不可收拾^[1]。尤其是在特殊情况下, 例如今年的新冠疫情, 考虑到教师与学生的条件, 就必须进行隔离式的教育, 不聚众不扎堆, 网上教育就发挥出了它的巨大作用, 其中, 在线考试也成了今年的一大热门。由于新冠病毒的爆发, 学生不能像往常一样在学校进行纸质化考试, 学习成果也就无法得到正常检测。这时候, 在线考试系统便能很好的发挥其作用。传统的在线考试系统可以进行在线出卷, 在线阅卷, 符合了在线考试系统的基本功能要求, 但是这些都是远远不够的, 在线考试系统在能进行高效率出卷的同时, 也要能够智能监控考生的考试状态, 识别考试人员的身份, 即使考生不在学校进行考试, 也必须可以有效杜绝作弊、替考现象。

因此目前急需一款满足当下环境要求的新型在线考试系统, 该系统拥有多种出题题型, 多种出卷模式, 并且支持在线阅卷, 在线统计分数的功能, 此外系统也应附带智能监控模块^[2], 以协助疫情环境下监考教师能够更好的把控考生身份, 杜绝作弊、替考等现象, 最终发挥疫情环境下新型在线考试系统的作用。新型在线考试系统是当下疫情环境所开发的更优系统, 有着方便、快捷、智能、高效的优点, 在以后的学习过程中, 传统纸质化考试方式应该会被逐步替代, 而新型在线考试系统将成为主流的考核方式。

1.2 开发目的

在大环境的影响下, 各方面的网络化已经是不可避免的了。结合网络技术, 做出对教师、学生都有用的学习工具, 就是跟随发展的脚步, 网络技术的发展会更加

红火，人们的需求也会水涨船高，只有利用更新的技术，才能受到更多的欢迎^[3]。

使用网络技术进行网上考核的方式或许会成为将来的主流考核方式，相比传统考试需要进行的一系列操作，如：时间安排、监考教师安排、人工出卷、人工阅卷等，在线考试就显得更加方便了，只要有网络，在考试时间范围内就能进行考试，减去了对场地的要求。教师能自主选择考试时间，不用通过学校协调解决因为考试时间而带来的场地使用冲突问题^[4]。在线考试系统拥有完整的题库，并能新增题型、题目，同时结合多种算法，能帮助教师在短时间内快速出卷，再不用费心思索如何出卷了。在线考试系统运用人脸识别技术，对学生的考试过程进行实时监控，并能保存数据，为学生能否取得合理成绩提供必要的依据。同时，运用该技术后，便可以不再需要额外安排多个教师同时监考某个班级的考试，节省了人力成本，更重要的是，机器监考比人工监考更全方面、多角度，监控结果也更准确，避免了人工监考的遗漏。学生提交试卷后，系统可进行智能阅卷，减少了教师因为阅卷而产生的工作量，如有主观题，教师也可以选择进行人工阅卷。教师可以在网上发布学生成绩，学生只需登录系统即可以查询自己成绩，非常方便^[5]。

1.3 设计思路

首先本课题研究的系统主要应用于校园内，通过分析校园组织结构发现，一个学校可以有很多下属学院，每个学院可以有很多下属专业，每个专业可以有很多下属班级，每个班级可以有很多学生和开设的课程，而学生可以选修一门课程或必修一门课程^[6]，该组织结构如图 1-1 所示：

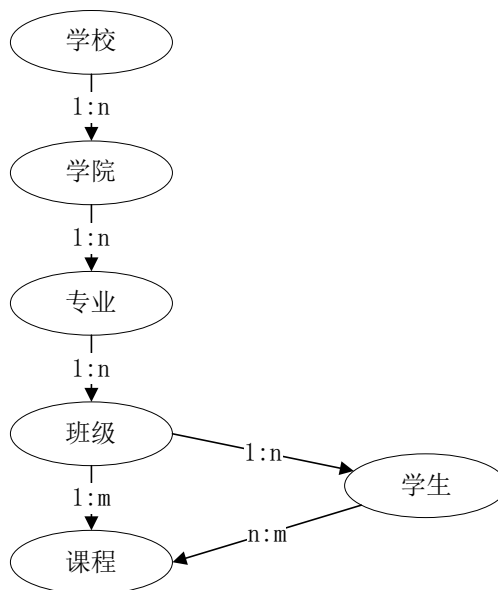


图 1-1 组织结构图

同时经过分析可知，系统用户角色主要包括：阅卷老师、考生、考务管理员、监考老师、系统管理员、出卷老师等多种角色，这些角色之间相互配合，实现本身工作职能已内的义务^[7]。

经过以上分析，系统开发将采用 Spring Boot 作为开发框架，使用 Mybatis 作为数据持久层框架，Spring Security 作为系统权限控制框架，同时项目采用前后端分离模式进行开发。系统按以下步骤进行开发：

- (1). 设计数据库；
- (2). 根据数据库表的字段，设计出 Java pojo 类；
- (3). 根据数据库设计 SQL 语句， 编写 Dao 层代码，向上提供接口；
- (4). 根据 Dao 层接口，设计服务层接口，并向上提供接口；
- (5). 根据业务功能需求，编写控制层方法，对服务器请求抛出 API 接口；
- (6). 根据服务器抛出的 API 编写前端代码，数据的请求均以 Ajax 进行，服务器统一返回 JSON 格式的数据；

系统设计模型如图 1-2 所示：

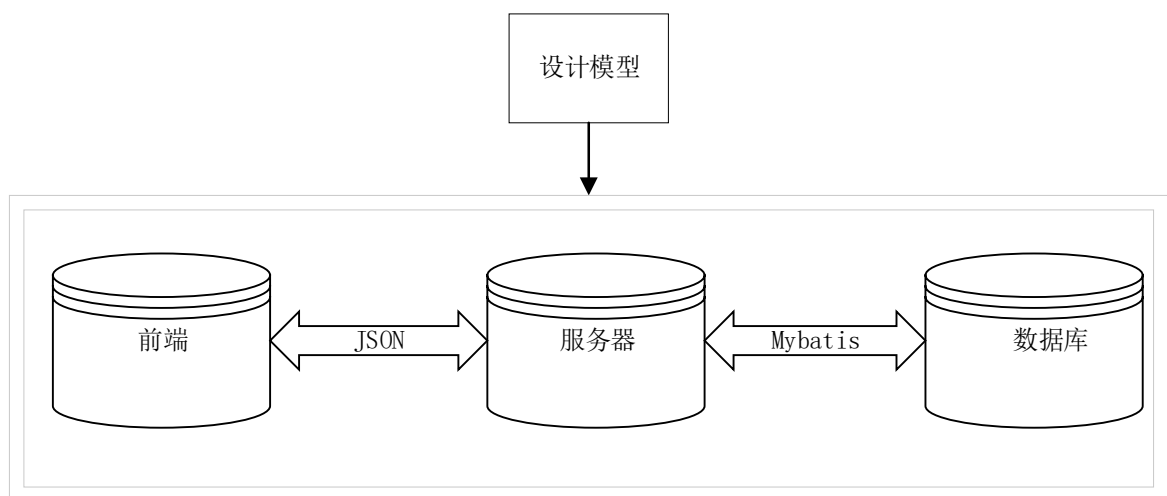


图 1-2 设计方法模型

在系统的开发过程中，遇到技术难点，应多查资料，勤思考，遇到错误的时候，分析自己代码编写是否有逻辑错误。

2 系统总体说明

2.1 使用环境

浏览器：IE6.0、Chrome、FireFox 及其它主流浏览器；

操作系统：Linux 或 Microsoft Windows 7、8 及 10；

JRE: JRE;

数据库: MySQL 8.0;

2.2 系统主要功能

2.2.1 用户登录功能

用户可输入账号和密码或切换人脸登录窗口使用人脸登录到系统中。系统自动判断用户登录的身份,跳转到基于用户身份的相应主页。

2.2.2 系统管理员模块功能

系统管理员可以管理教师账号和考务管理员账号。其功能图如图 2-1 所示:

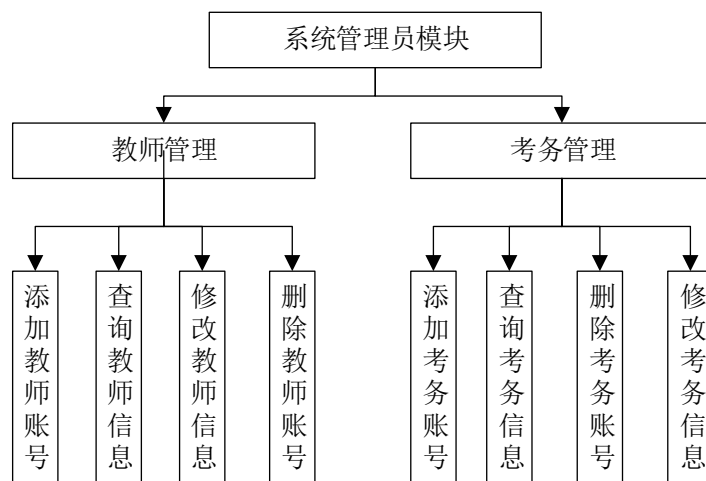


图 2-1 系统管理员模块功能图

2.2.3 考务管理员模块功能

考务管理员可以创建班级、添加学生,并对其进行管理。其功能图如图 2-2 所示:

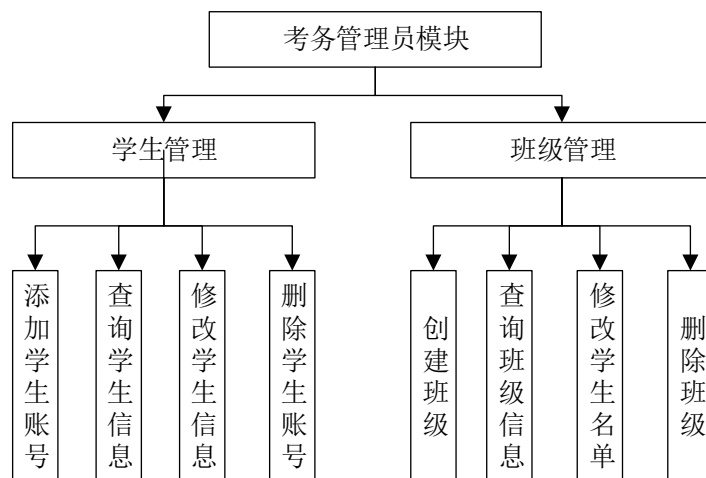


图 2-2 考务模块功能图

2.2.4 教师模块功能

教师模块的主要功能包括：考试出卷、题库管理、课程管理、试卷组成策略管理、知识点管理、试卷管理、试卷阅卷、成绩查询。其功能图如图 2-3 所示：

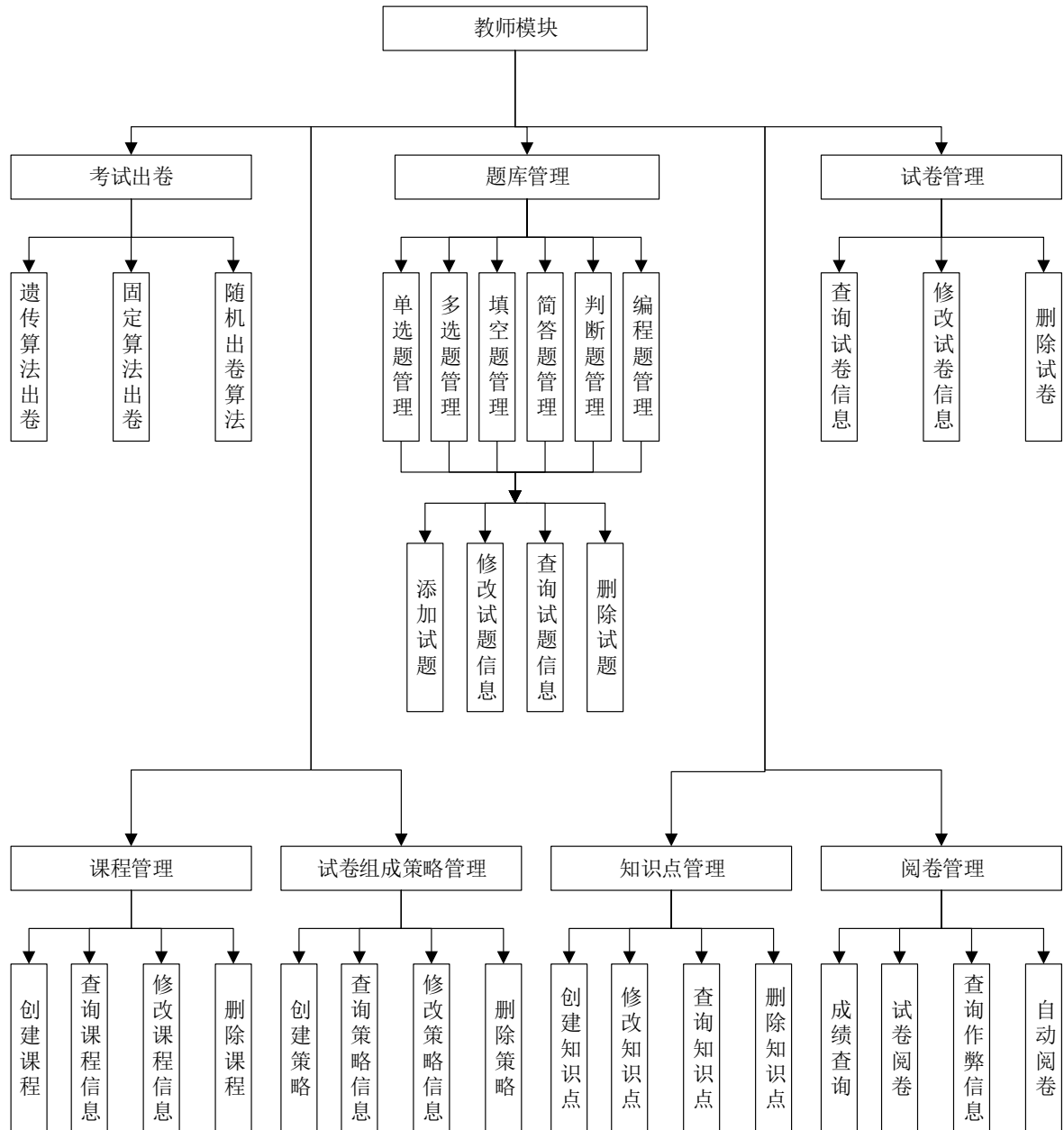


图 2-3 教师模块功能图

2.2.5 学生模块功能

学生模块的功能包括待考考试查询、成绩查询、参加考试、智能监考。其功能图如图 2-4 所示：

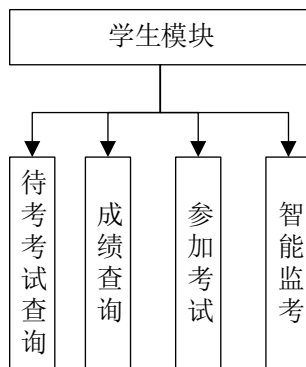


图 2-4 学生模块功能图

2.3 系统主要特点

(1). 操作简便

在线考试系统符合大众常规操作方式，各区域按照功能划分，能实现快速准确点击。本系统主要用于教师与学生，从多方面综合考虑，为教师生提供便利^[8]。

教师端出题时只需要点击想要的组卷方式——智能组卷、随机组卷、固定组卷中的一种，并选择必考知识点，系统就能经过一系列算法自动组合出一张试卷，在组卷页面进行组卷的同时也可以设置考试开始时间与结束时间，完成所有相关设置后，只需要等到考试开考时间，学生就能进行考试了。考试完成后的阅卷操作也是极其简单，系统可以进行自动阅卷，缩短了教师自主阅卷需要的时间。从安排考试到结束考试，都不需要教师投入大量精力，只需要在系统上进行一些简单的设置就能实现一整套的考试过程。在学生端，学生只需要登录系统就能查看到自己的考试成绩，能快速查看到自己的各种信息，没有操作门槛^[9]。

(2). 画面直观

系统界面简洁美观，没有多余干扰项，用户能清晰看到所在界面的所有内容。系统内的各项信息放置位置经过多次设计，用户可以直观的对信息进行查看以及对比^[10]。

(3). 数据准确

对于教师及学生来说，考试成绩的准确性是十分重要的，所以，保证数据的清晰准确也是留住用户的重要部分。本在线考试系统对各项数据进行了精确设计，从考试难度系数的设定到考试成绩的记录，经过一系列计算，真实记录各项数据，保证了系统记录的优良^[11]。

(4). 操作感强

一个完美的系统，就必须让用户在使用时能有强烈的操作感。用户的使用感觉

直接关系到系统是否能够被喜爱并广泛使用，本在线考试系统以用户体验为主，从用户角度出发，操作权分发给用户，使得用户能完全操控系统实现各种功能^[12]。

(5). 系统鉴权

系统对用户的身份进行权限限定，通过系统安全框架鉴定用户身份，身份不同的用户所具有的权限也不同^[13]。

用户只能访问被授权的资源，未授权资源将不展示在用户界面，非有权限用户无法访问权限外内容^[14]，例如教师方面的试卷内容，学生身份就无法访问到，从而保护了教师资料的安全。^[15]

3 开发环境与相关技术

3.1 开发环境

开发语言：Java、SQL 、JavaScript、HTML、CSS、JQuery；

Jdk 版本：Jdk 11；

操作系统：Microsoft Windows 10；

浏览器：Google Chrome 79.0（64 位）（正式版本）；

后端处理框架：Spring Boot 2.2.2；

系统安全框架：Spring Security 2.2.2；

数据库框架：MyBatis 2.1.1；

前端模板框架：Admin LTE 2.0；

Maven：Apache Maven 3.6；

3.2 开发工具

研发工具：IntelliJ Idea 2019.3.1

数据库：MySQL 8.0；

数据库可视化工具：Navicat 12 For MySQL 企业版；

3.3 设计方法与技术

3.3.1 系统设计目标

本文研究设计的在线考试系统采用 Spring Boot 作为后端开发框架，对于系统的权限控制则采用 Spring Security 框架，选用 AdminLte 作为前端开发框架，同时采用 MySQL 作为系统数据库，引入人脸识别技术和遗传算法，项目整体采用 B/S 架构，同时，系统采用 WebScket 协议及异步刷新技术提高用户体验，实现在线考试系统的在线出卷、在线考试、在线阅卷等功能^[16]。

在线考试系统的系统主要设计目标囊括以下几个方面：

(1). 系统有完善的功能和舒适的使用感

本系统主要分为系统管理员模块、考务管理员模块、教师模块以及学生模块，每个模块对应一种身份的使用者，不同身份需要做的操作不一样，其对应的模块功能也不同。本系统充分考虑了各种身份需要实现的操作以及遇到的问题，针对性的给予不同权限，在其权限内，用户能够实现其应有的操作^[17]。

当用户在使用系统时能将个人意识与爱好寄存在系统，则可以说该系统让用户具有归属感。本系统功开放，用户具有个人发挥空间，个人意识也能很好得到展现。再次就是惊喜感，即对体验的升级。例如系统的自动组卷功能，经过算法加工，教师能快速得到一张试卷，而且题目可以不重样，即使多次出题也不会有大量雷同，多次使用后效果更佳。最后就是沉浸感，即用户在某种情境下的强烈体验。就比如学生在线考试，样式的试卷，严格的考试时间，都能让学生在考试时具有与传统考试时同样的心态^[18]。

本系统迎合用户视觉偏好，在已有基础上，对系统各页面进行美化，用户使用时也会感到更加舒服。系统操作简单，无需花费时间进行专门培训，即开即用，对普通用户来说也非常方便，用户体验也是更佳。

(2). 系统所采用的的技术具有先进性和良好的可扩展性

科技的力量是强大的，技术的更新迭代将带给人们更加高级的体验。与人工监控相比，机器智能监控的可工作时间更长，透明度更高，识别更加准确。本系统引入了人脸识别技术，事先将个人数据存储，在需要时便可将数据拿出进行比对，从而判断是否为某种身份使用者。用户可以通过人脸识别进行登录系统，省去了需要输入账户、密码等数据的常规操作，简化了登录过程，并且可有效杜绝替考现象的发生。学生在考试时会被系统监控，系统会收集检测到的内容并进行保存，必要时可以作为学生成绩考核是否合格的证据。考试时一人一机一监控，有效的保证了记录的数据真实性，数据保留的时间长，这也是比人工监控更加持久的一点，这也是它作为一项先进技术的表现^[19]。

系统在进行智能组卷时，使用了多种算法，包括遗传算法、随机算法、固定算法^[20]。其中使用的遗传算法，在控制试卷的难易程度以及重复率上有突出的表现。遗传算法是现代智能计算中一项十分关键的算法，他的可用性、扩展性、智能性等优势使得它在以后的运用中将会更加广泛^[21]。

(3). 在线考试具有良好的安全性、可靠性及保密性

一个系统必须要进行相关的安全性检测，只有通过安全检测是项目才能发布出

来被广大用户使用。在系统生命周期内，要采取有效措施，以识别出系统隐患，使其危险性降到最低，以确保系统在可控的安全的范围内，还应保证系统性能达到最优水平^[22]。

在线考试方式跟传统考试方式有所不同，学生进行在线考试，教师可以更好控制试卷，使得网络试卷保密性比传统试卷保密性要高，根据多种算法生成的试卷也可以使试卷组成部分更优。考前试卷绝密，只有考试时间到了才会发放试卷给相应考生，试卷提交机会只有一次，不可重复提交。考试时间结束后教师可以选择发布相关考试答案，未发布前学生不可知，这一设定使得考试试卷以及答案不会被提前泄密从而引发其他问题^[23]。对试卷以及答案的保密程度高，这无疑是对教师最有利的一面，只有做到高保密度，才能尽可能使考试更加公平。

3.3.2 系统开发技术介绍

(1). MySQL

MySQL 与所有的主流操作系统都能兼容。由于速度快，体积小，开源社区版免费的优势，同时又具有高性能，低成本，安全可靠等优点，MySQL 已经成为最流行的开源数据库，在各大中小型网站中被广泛应用。MySQL 在不断的更新迭代后变得更加成熟稳定，也逐渐在更大规模的网站中展露身影。

(2). Spring Security

Spring Security 能够为开发基于 Spring 的项目的安全控制提供一个安全的框架。它能够与 Spring 完美的融合，充分的使用 Spring 的 Context 中的 bean 和 Spring ioc（控制反转）控制，拦截请求，从而实现对系统权限的控制。其请求从发起被拦截结束流程图如图 3-1 所示：

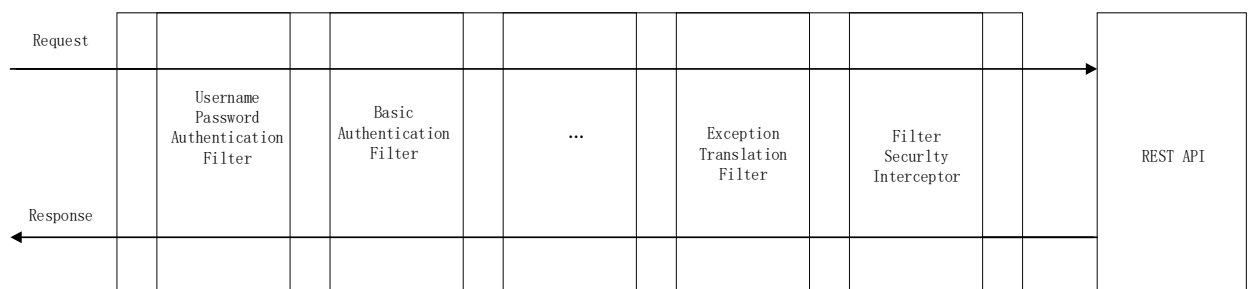


图 3-1 Spring Security 的工作流程图

(3). jQuery

jQuery 是一个简洁、快速的 js 开发框架，它封装了 js 中常用的方法，提供了更加轻便的功能方法。它能够操作 Dom 元素，对页面元素绑定事件，并允许开发者使

用 Ajax 技术异步加载网页，相比于传统的 JavaScript 来说，代码更具简洁性、高效性。

(4). WebSocket

WebSocket 是一种全双工通讯协议，其是基于单 TCP 连接的。它不仅允许客户端可以向服务器发送数据，也允许服务器可以向客户端推送数据，从而使得浏览器和服务器只需建立一条通道，就可以实现两者之间均可以主动向另一方发送数据。当下，很多网站为了实现服务器将实时数据推送到浏览器，所采用的技术大多都是使用 Ajax 对服务器进行轮询请求，轮询是指在一定的时间间隔（如 3 秒），由浏览器发起请求，向服务器查询是否有新的数据，每次询问都需要重新建立连接、传递数据、关闭连接，采用这样的方式，不仅极大地消耗了服务器性能，也带来了不好的用户体验。

(5). 虹软人脸识别开发包

虹软公司提供了人脸识别解决方案，它向企业开发者和个人开发者提供了免费的人脸识别开发包，使用者只需要进行实名认证即可下载官方 Demo，并经过简单的配置，就可以实现检测图片中人脸的信息，并且此开发包可以在离线环境下运行，因此人脸识别的性能也一定程度上取决于开发者的服务器的性能，由于该人脸识别开发包是完全免费的，因此极大地促进了各类基于此开发包的应用的开发。

4 系统功能设计

4.1 系统总体设计

系统采用前后端分离的开发思想^[24]，并采用 Spring Boot 作为系统开发框架，进而进行项目开发，对于任何访问系统的请求统一返回 JSON 格式的数据。其结构图如图 4-1 所示：

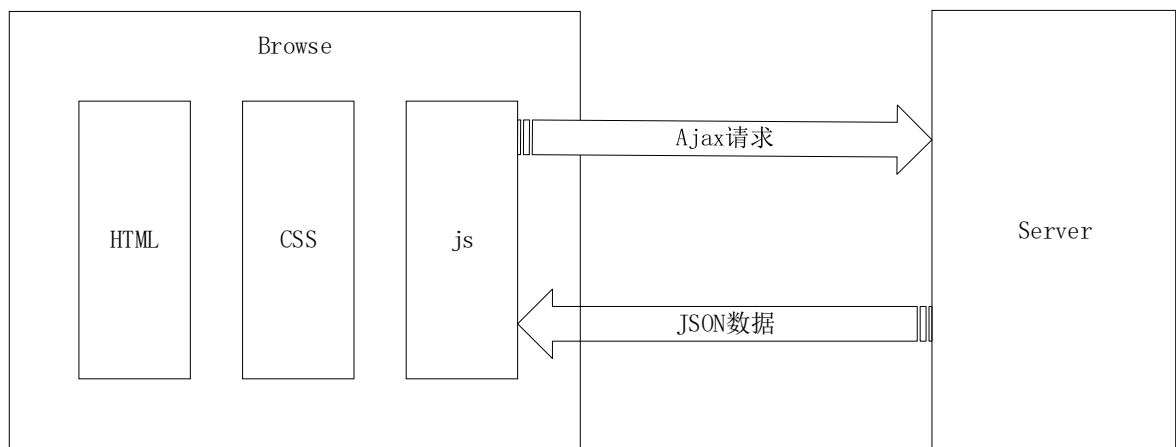


图 4-1 前后端分离结构图

4.2 数据库设计

4.2.1 表结构

数据库共要有 17 张表，分别是系统管理员信息表（admin）、考务管理员表（manager）、教师表（teacher）、学生表（student）、单选题表（singlechoice）、多选题表（multiplechoice）、判断题表（judge）、填空题表（fill）、编程题表（program）、简答题表（short）、试卷策略表（paperstrategy）、试卷表（paper）、知识点表（knowledgearray）、学生考试答案表（studentpaperanswer）、班级表（cla）、课程表（course）、学院专业表（college）。其部分关键表的 E-R 图如图 4-2、4-3、4-4、4-5、4-6 所示：

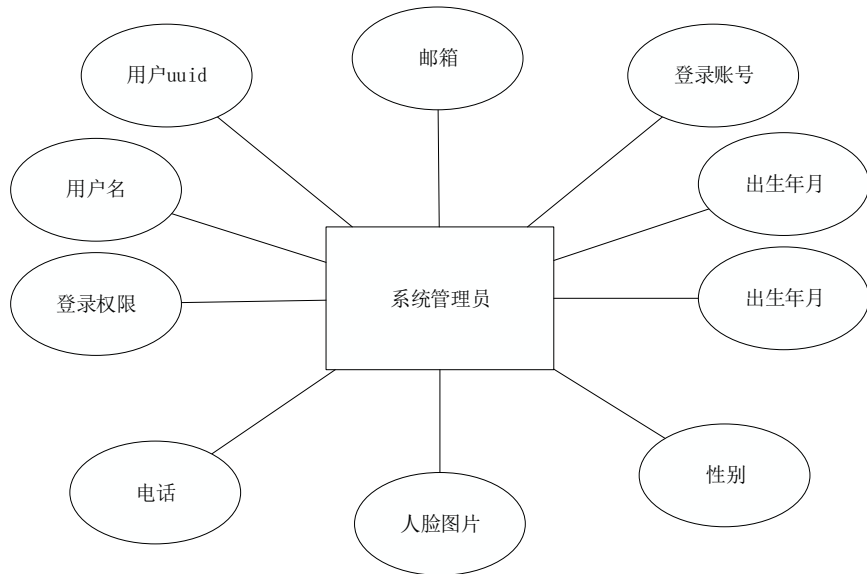


图 4-2 系统管理员 E-R 图

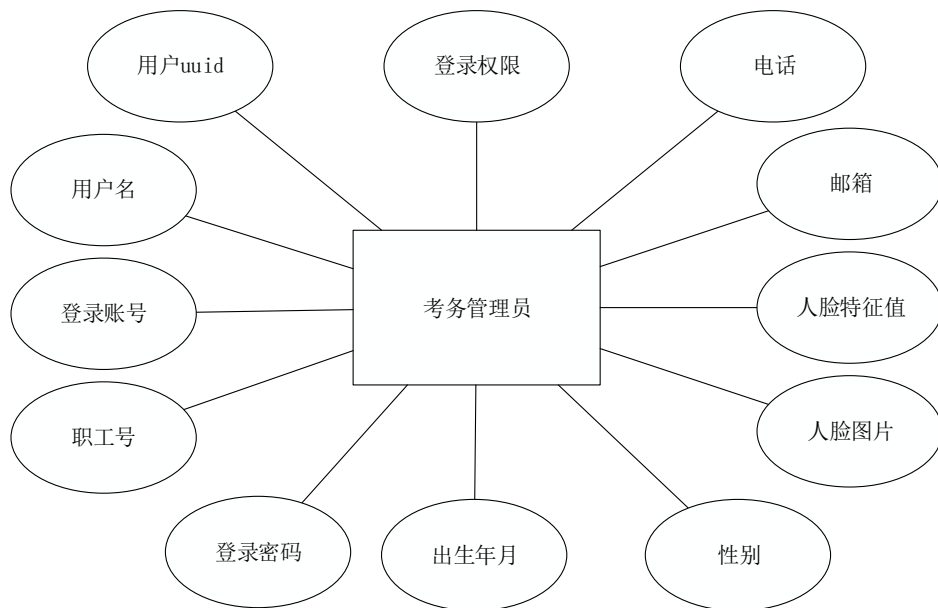


图 4-3 考务管理员 E-R 图

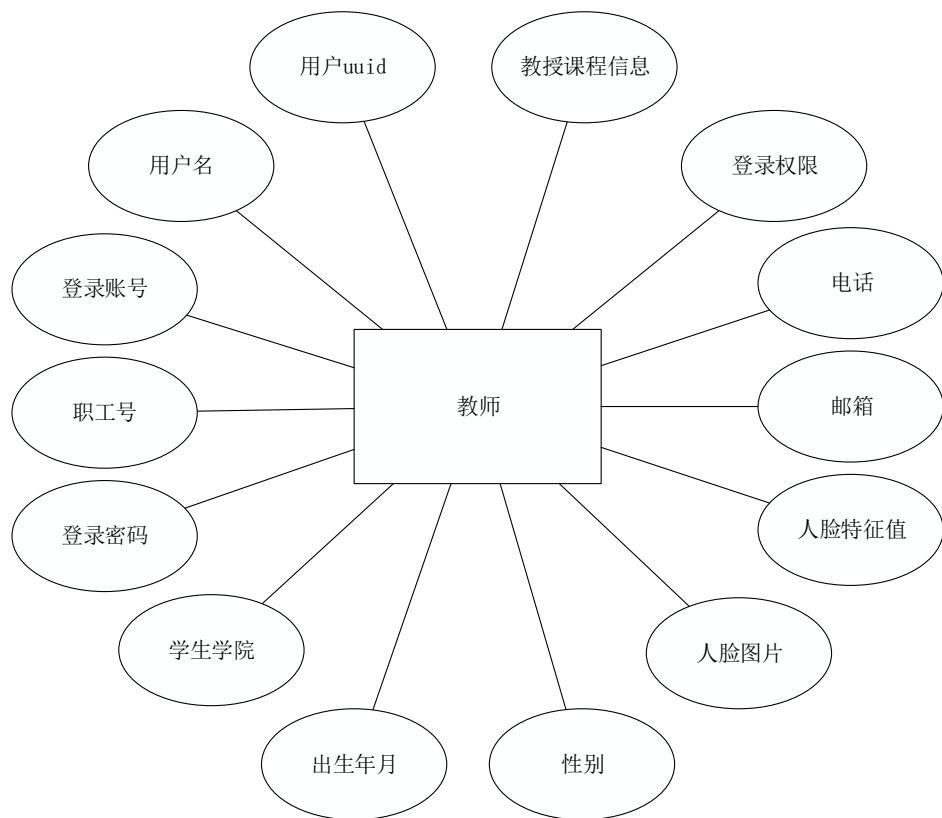


图 4-4 教师 E-R 图

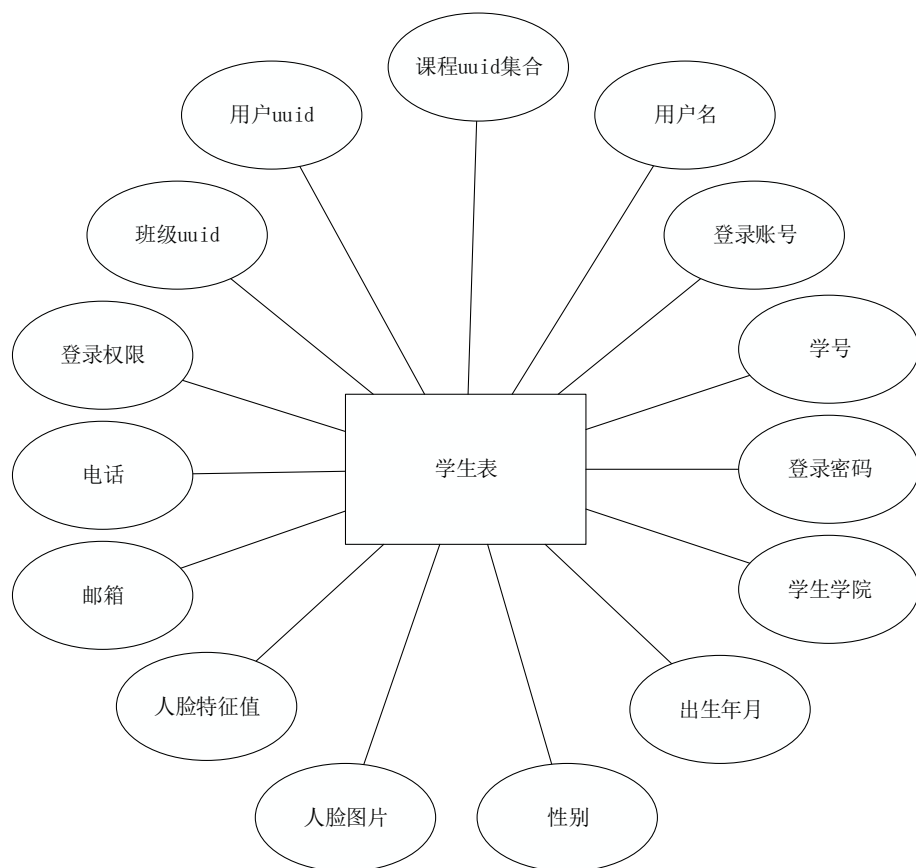


图 4-5 学生 E-R 图

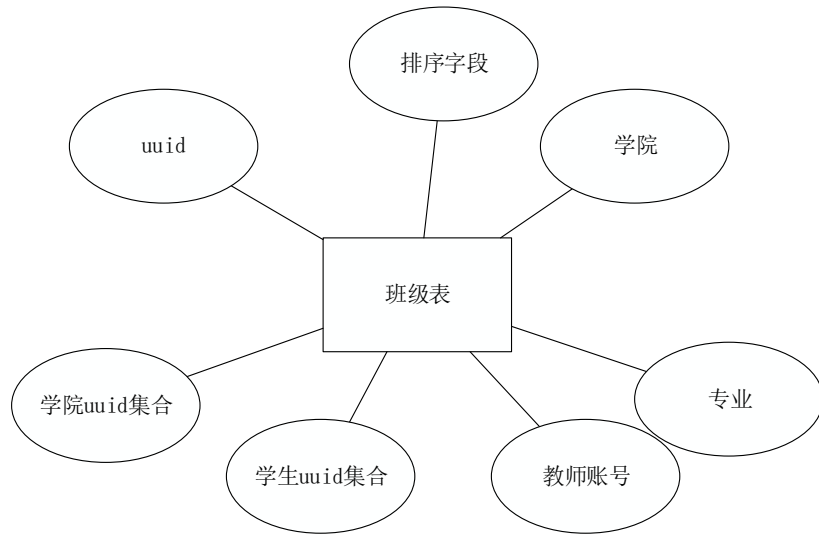


图 4-6 班级 E-R 图

4.2.2 表记录

(1). 系统管理员表(admin)

管理员表中记录了系统中系统管理员的个人信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-7 所示。

表 4-7 系统管理员表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	用户 uuid
name	varchar	50	否	用户名
account	varchar	255	否	登录账号
code	varchar	255	否	登录密码
birthday	date	0	是	出生年月
sex	bit	1	是	性别
faceimg	varchar	255	是	人脸图片
facefeaturedata	varchar	255	是	人脸特征值
email	varchar	255	是	邮箱
phone	varchar	255	是	电话
enabled	bit	1	否	登录权限

(2). 考务管理员表(manager)

考务管理员表中记录了系统中考务管理员的个人信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-8 所示。

表 4-8 考务管理员表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	用户 uuid
name	varchar	50	否	用户名
account	varchar	255	否	登录账号
mno	int	50	否	职工号

code	varchar	255	否	登录密码
birthday	date	0	是	出生年月
sex	bit	1	是	性别
faceimg	varchar	255	是	人脸图片
facefeaturedata	varchar	255	是	人脸特征值
email	varchar	255	是	邮箱
phone	varchar	255	是	电话
enabled	bit	1	否	登录权限

(3). 教师表(teacher)

教师表中记录了系统中教师的个人信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-9 所示。

表 4-9 教师表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	用户 uuid
name	varchar	50	否	用户名
account	varchar	255	否	登录账号
tno	int	50	否	职工号
code	varchar	255	否	登录密码
college	varchar	255	是	学生学院
birthday	date	0	是	出生年月
sex	bit	1	是	性别
faceimg	varchar	255	是	人脸图片
facefeaturedata	varchar	255	是	人脸特征值
email	varchar	255	是	邮箱
phone	varchar	255	是	电话
enabled	bit	1	否	登录权限
classandcourselist	varchar	255	是	教授课程信息

(4). 学生表(student)

学生表中记录了系统中学生的个人信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-10 所示。

表 4-10 学生表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	用户 uuid
name	varchar	50	否	用户名
account	varchar	255	否	登录账号
sno	int	50	否	学号
code	varchar	255	否	登录密码
college	varchar	255	是	学生学院
birthday	date	0	是	出生年月
sex	bit	1	是	性别

faceimg	varchar	255	是	人脸图片
facefeaturedata	varchar	255	是	人脸特征值
email	varchar	255	是	邮箱
phone	varchar	255	是	电话
enabled	bit	1	否	登录权限
cla_uuid	varchar	50	是	班级 uuid
course_uuid_list	varchar	50	是	课程 uuid 集合

(5). 班级表 (cla)

班级表中记录了系统中学生的个人信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-11 所示。

表 4-11 班级表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
sort	timestamp	0	否	排序字段
college	varchar	50	否	学院
profession	varchar	60	否	专业
claName	varchar	60	否	教师账号
student_uuid_list	varchar	2048	否	学生 uuid 集合
course_uuid_list	varchar	2048	否	学院 uuid 集合

(6). 课程表 (course)

课程表中记录了系统中课程的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-12 所示。

表 4-12 课程表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
courseName	varchar	50	否	课程名
teacher_uuid	varchar	255	否	教师 uuid
cla_uuid	varchar	50	否	班级 uuid
student_uuid_list	varchar	50	否	学生 uuid 集合
sort	timestamp	0	否	排序字段

(7). 试卷策略表 (paperstrategy)

试卷策略表中记录了系统中试卷策略的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-13 所示。

表 4-13 试卷策略表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
account	varchar	50	否	教师账户
paperstrategyname	varchar	255	否	策略名

allScore	float	2	否	试卷总分
problemSteategylist	varchar	1024	否	问题策略集合
sort	timestamp	0	否	排序字段

(8). 试卷表(paper)

试卷表中记录了系统中试卷的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-14 所示。

表 4-14 试卷表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
papername	varchar	50	否	课程名
sort	bit	255	否	是否正序显题
course_uuid	varchar	50	否	课程 uuid
teacher_uuid	varchar	0	否	教师 uuid
begin	timestamp	0	否	开考时间
end	timestamp	0	否	结考时间
needRoom	bit	1	否	需要考场
visible	bit	1	否	对他人可见
during	varchar	6	否	考试时间(分钟)
totalScore	varchar	255	否	试卷总分
paperStrategyuid	varchar	50	否	试卷策略模板
paperinfo	longtext	0	否	试卷信息
openFaceIdentity	bit	1	否	开启监控功能

(9). 考生答案表(studentpaperanswer)

考生答案表中记录了系统中考生答案的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-15 所示。

表 4-15 考试答案表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
paper_uuid	varchar	50	否	试卷 uuid
student_uuid	varchar	50	否	学生 uuid
singleChoiceScore	float	0	否	单选题分数
multileChoiceScore	float	0	否	多选题分数
fillScore	float	0	否	填空题分数
shortScore	float	0	否	简答题分数
judgeScore	float	0	否	判断题分数
programScore	float	0	否	编程题分数
totalScore	float	0	否	考生总分
paperTotalScore	float	0	否	试卷总分
zbList	varchar	1024	否	作弊记录
answers	longtext	0	否	考生答案

pass	bit	0	否	是否及格
sort	timestamp	0	否	排序字段
complete	bit	1	否	是否阅卷完成

(10). 知识点表(knowledgearray)

知识点表中记录了系统中知识点的信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-16 所示。

表 4-16 知识点表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
sort	timestamp	0	否	排序字段
name	varchar	60	否	知识点分类名
knowledgelist	varchar	60	否	知识点集合
account	varchar	60	否	教师账号

(11). 单选题表(singlechoice)

单选题表中记录了系统中单选题的信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表 4-17 所示。

表 4-17 单选题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
choice_a	varchar	255	否	选项 A
choice_b	varchar	255	否	选项 B
choice_c	varchar	255	否	选项 C
choice_d	varchar	255	是	选项 D
choice_e	varchar	255	是	选项 E
choice_f	varchar	255	是	选项 F
choice_g	varchar	255	是	选项 G
choice_h	varchar	255	是	选项 H
answer	varchar	255	是	答案
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径
usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(12). 多选题表(multiplechoice)

多选题表中记录了系统中多选题的信息。数据库的主键是 **uuid**,主要字段说明如表

4-18 所示。

表 4-18 多选题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
choice_a	varchar	255	否	选项 A
choice_b	varchar	255	否	选项 B
choice_c	varchar	255	否	选项 C
choice_d	varchar	255	是	选项 D
choice_e	varchar	255	是	选项 E
choice_f	varchar	255	是	选项 F
choice_g	varchar	255	是	选项 G
choice_h	varchar	255	是	选项 H
answer	varchar	255	是	答案
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径
usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(13). 填空题表(fill)

填空题表中记录了系统中填空题的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-19 所示。

表 4-19 填空题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
answer	varchar	255	是	答案
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径
usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(14). 简答题表(short)

简答题表中记录了系统中简答题的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表

4-20 所示。

表 4-20 简答题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
answer	varchar	255	是	答案
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径
usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(15). 判断题表 (judge)

判断题表中记录了系统中判断题的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-21 所示。

表 4-21 判断题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
answer	varchar	255	是	答案
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径
usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(16). 编程题表 (program)

编程题表中记录了系统中编程题的信息。数据库的主键是 uuid,主要字段说明如表 4-22 所示。

表 4-22 编程题表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	题目 uuid
problem	varchar	50	否	问题
iolist	varchar	2048	否	输入输出集合
analysis	varchar	255	是	分析
videopath	varchar	255	否	视频路径

usenum	int	11	否	参与组卷数量
allnum	int	11	否	答题次数
correctrate	float	2	否	答题正确率
difficultyval	float	2	否	难度值
knowledgelist	varchar	255	否	知识点集合
sort	timestamp	6	否	排序字段

(17). 学院表(college)

学院表中记录了系统中学院的信息。数据库的主键是 `uuid`,主要字段说明如表 4-23 所示。

表 4-23 学院表

列名	数据类别	长度	允许空	备注
uuid	varchar	50	否	uuid
name	timestamp	50	否	学院名
professionList	varchar	255	否	专业集合

4.3 登录功能设计

4.3.1 用户名密码登录功能的设计

系统中用户可以使用账号密码进行登录系统,用户的账号密码是该用户上级用户所赋予的。

4.3.2 刷脸登录功能的设计

用户不仅可以通过账号密码登录,也可以通过刷脸进行登录^[25]。用户打开系统登录界面,可选择在登录界面使用刷脸的方式进行登录,之后浏览器启动摄像头拍摄用户人脸,并将照片数据发送至服务器,服务器通过对比数据库中已存在的人脸数据特征值,当特征值大于一定的阈值之后,便查找成功,用户便登录成功。数据库中用户的人脸数据是该用户的上级用户所设置的。

4.4 系统管理员模块功能设计

4.4.1 教师人员管理功能设计

系统管理员能够增添教师账号(可以 Excel 批量导入,也可以手动单条添加);查询教师账号信息(包括姓名、账号、职工号、出生年月、性别、邮箱、手机号、使用权限等);修改教师账号信息(包括密码、姓名、账号、性别、职工号、邮箱、出生年月、手机号、使用权限等)和删除教师账号。

管理教师账号的用例图如图 4-26 所示:

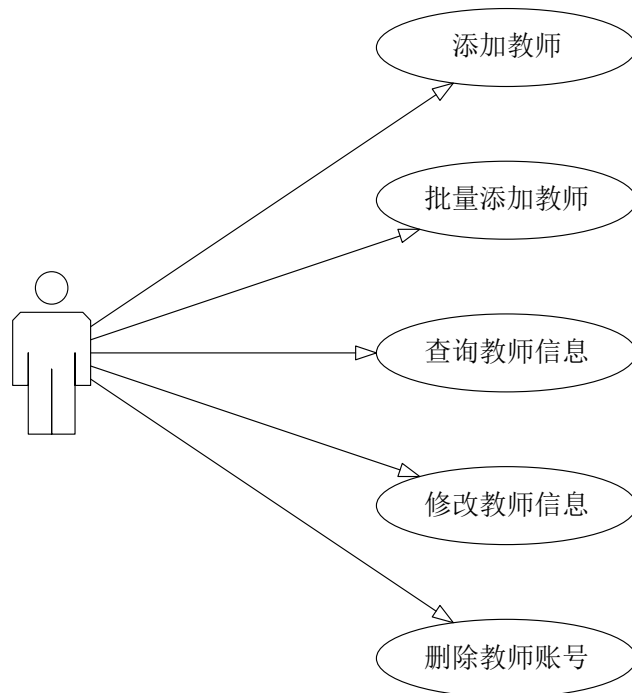


图 4-26 系统管理员管理教师账户功能用例图

4.4.2 考务人员管理功能设计

系统管理员可以添加考务账号（支持单条手动添加和 Excel 批量导入）；查询考务账号信息（包括姓名、账号、职工号、出生年月、性别、邮箱、手机号、使用权限等）；修改考务账号信息（包括姓名、密码、账号、职工号、出生年月、性别、邮箱、手机号、使用权限等）和删除考务账号。其管理功能用例图如图 4-27 所示：

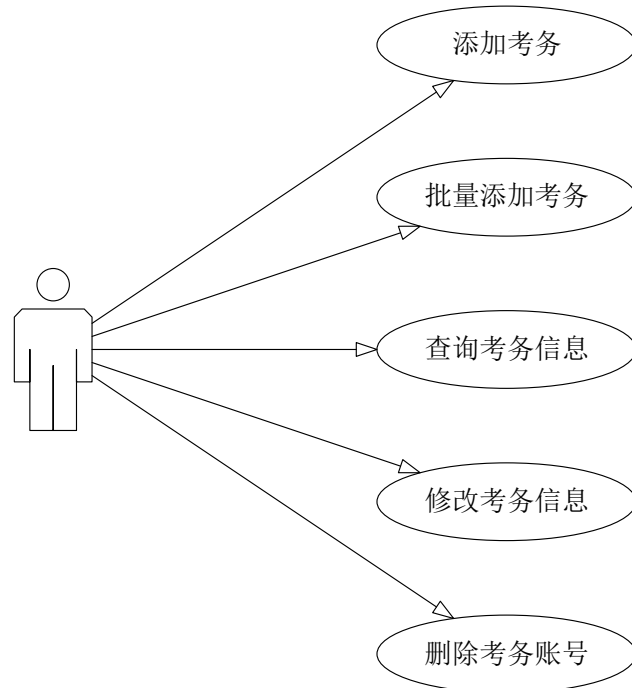


图 4-27 系统管理员管理考务功能用例图

4.5 考务管理员模块功能设计

4.5.1 学生管理功能设计

考务管理员可以导入学生账号（支持单条导入和批量导入）；可以查询学生信息（包括姓名、账号、学号、所在班级、学习课程、所在专业、使用权限）；修改学生信息（包括密码、姓名、账号、学号、所在班级、学习课程、所在专业、使用权限）；删除学生账号；其功能用例图如图 4-28 所示：

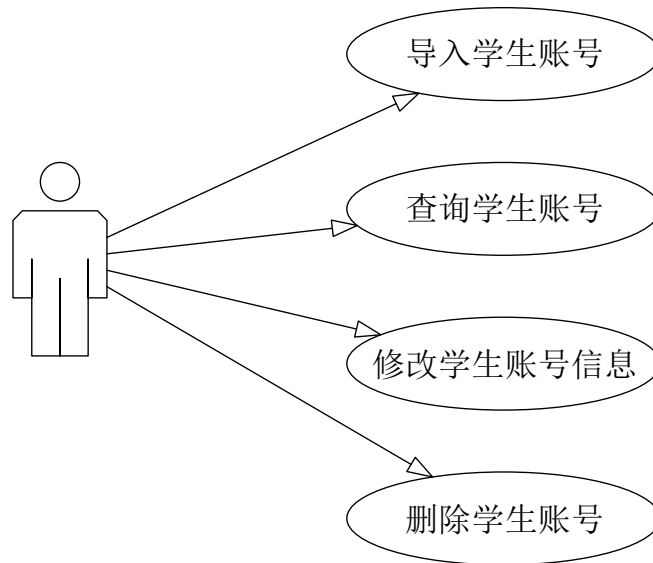


图 4-28 考务管理员管理学生功能用例图

4.5.2 班级管理功能设计

考务管理员能够创建班级、修改班级所包含的学生名单、删除班级、查看班级信息。其功能用例图如图 4-29 所示：

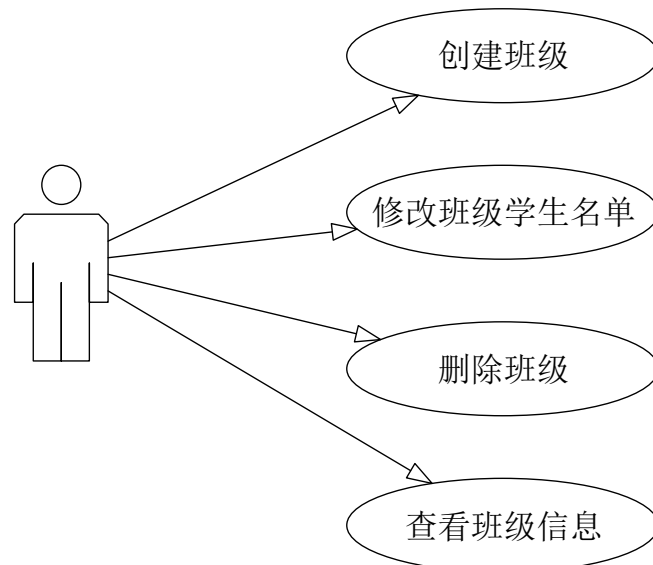


图 4-29 考务管理员管理班级功能用例图

4.6 教师模块功能设计

4.6.1 试卷组成策略管理功能设计

试卷组成策略管理功能包括添加新策略；查看策略信息（包括策略名、总分、题型详细信息）；修改策略名；删除策略。其功能用例图如图 4-30：

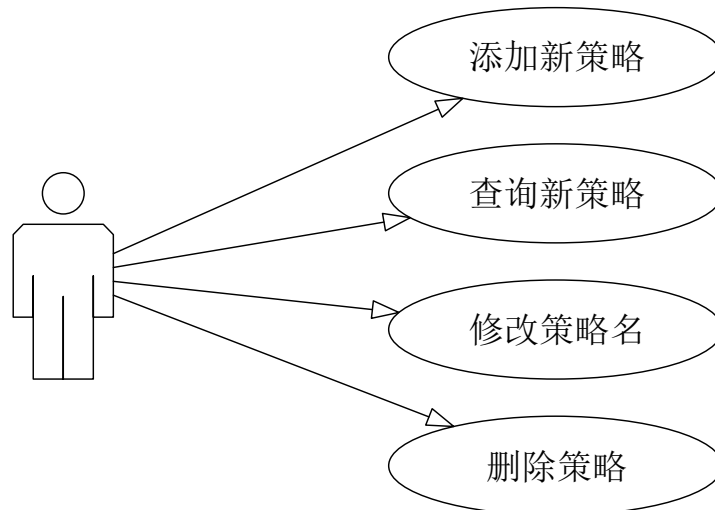


图 4-30 教师管理试卷组成策略用例图

4.6.2 知识点管理功能设计

知识点管理功能包括新增知识点分类；新增知识点；修改知识点顺序；编辑知识点名称；删除知识点。其功能用例图如图 4-31 所示：

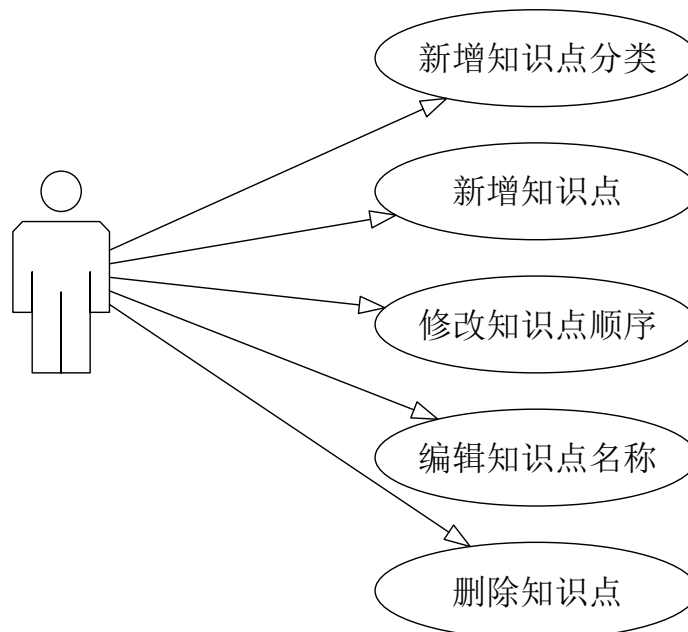


图 4-31 教师管理知识点功能用例图

4.6.3 试题管理功能设计

试题的类型包含单选题、多选题、填空题、简答题、判断题、编程题。试题管理可以对这些题目进行添加、修改、查询、删除操作。其用例图如图 4-32 所示：

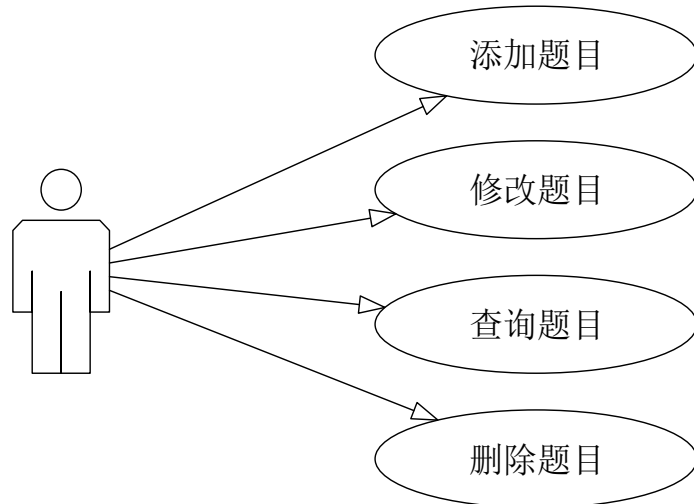


图 4-32 教师管理试题功能用例图

4.6.4 试卷管理功能设计

试题管理功能包括查询试卷信息（包括试卷名、开考时间、结考试卷、考试时间、是否乱序、是否开启人脸识别、考试课程、考试班级、试卷内容）；修改试卷信息（包括开考时间、结考时间、是否乱序、是否开启人脸识别）；删除试卷；其序列图如图 4-33 所示：

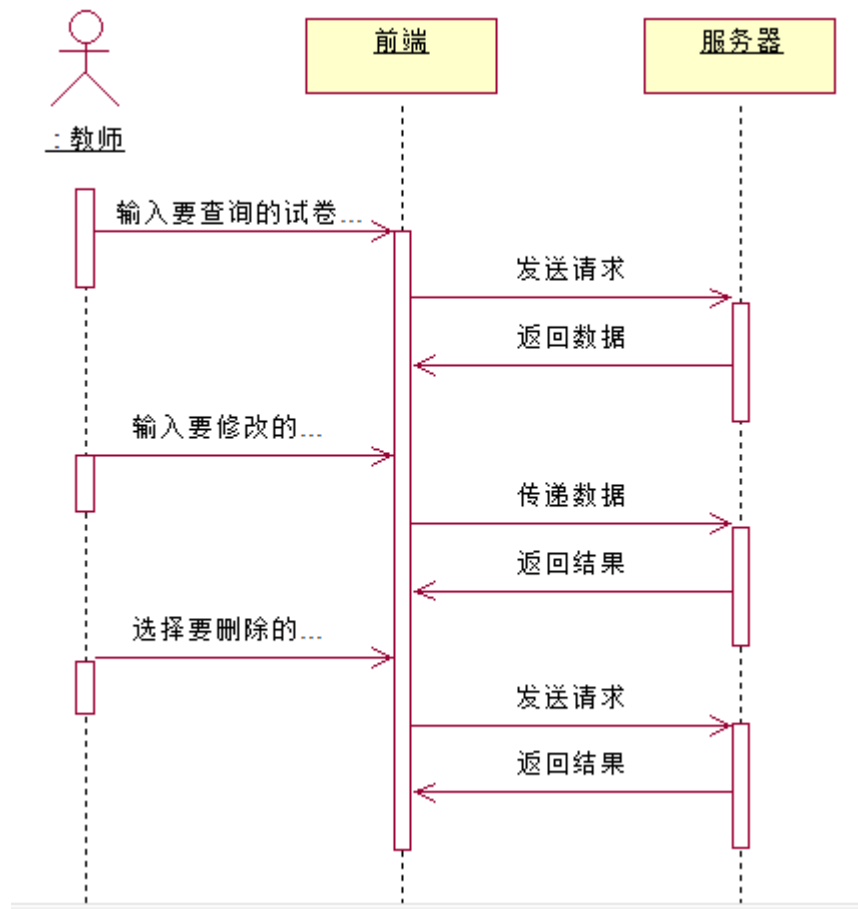


图 4-33 教师管理试卷功能序列图

4.6.5 课程管理功能设计

课程管理功能包括查询课程信息（包括课程名、班级名、学生名单）；创建课程；修改课程包含的学生名单；删除课程。其用例图如图 4-34 所示：

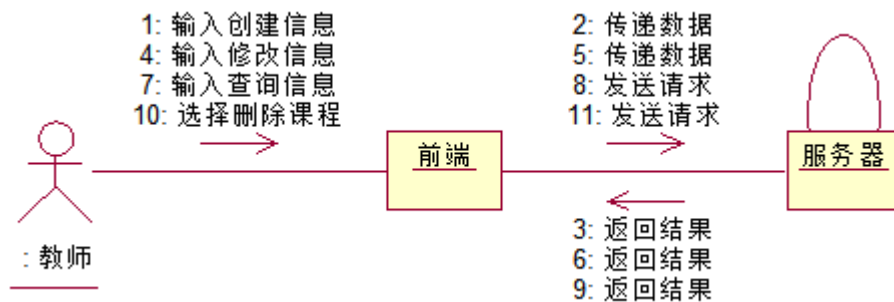


图 4-34 教师管理课程功能协作图

4.6.6 出卷算法（遗传算法）功能设计

遗传算法是美国 Michigan 大学 J.Holland 教授于 1975 年在《Adaption in Natural And Artificial System》专著中首次提出，遗传算法主要是通过模仿达尔

文进化论的思想,利用遗传学和大自然之间的优胜略汰原理进行设计,它能够以生物进化规律为研究原点,结合设定的淘汰原则和随机初始化搜索模式,从而在进化一定次数的种群之后,产生出符合要求的种群^[26]。

其主要的算法流程图如图 4-35 所示:

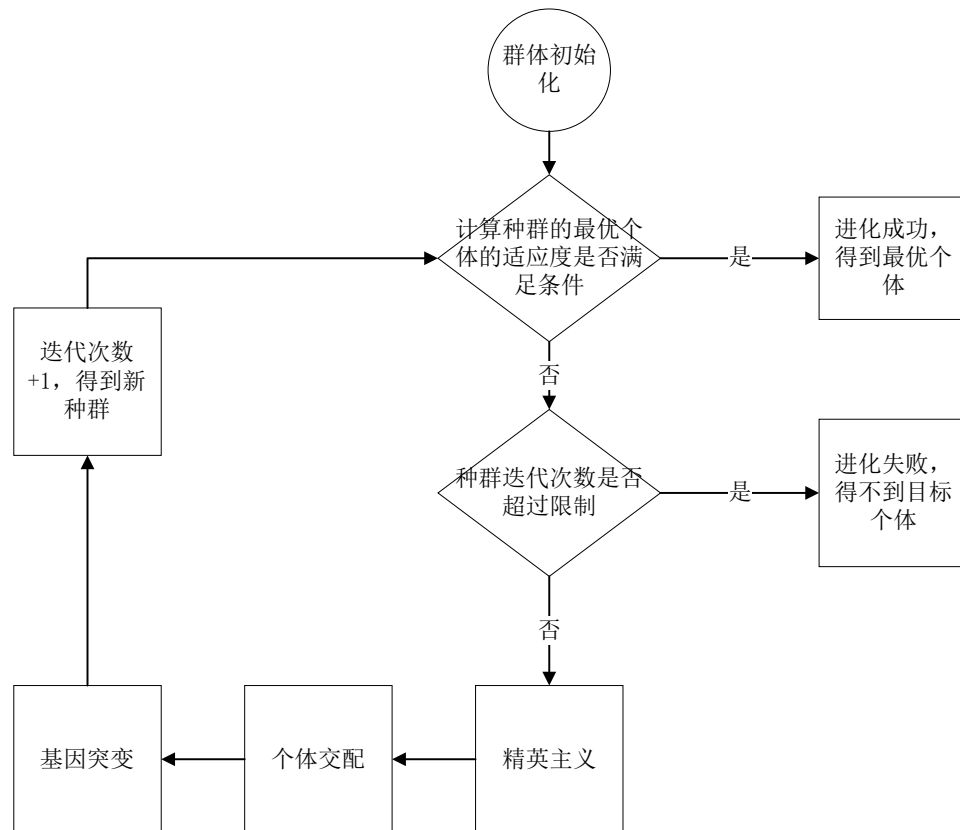


图 4-39 遗传算法工作流程图

(1). 种群初始化方法设计

种群初始化所要求的参数包括:组卷策略、题型必考知识点集合、试卷最低难度值、试卷最高难度值、试卷期望适应度、种群最大迭代次数^[27]。

种群初始化工作流程为以下步骤^[28]:

- ① 解析组卷策略中所要求的题型的知识点集合。
- ② 根据各题型的必考知识点集合从数据库中查找出符合要求的题目集合。
- ③ 判断各题型的题数量是否大于等于要求的考题数量,如若不满足,则初始化失败,返回相应提示信息;如若满足,则继续执行下一步。
- ④ 从已查找出来的题目集合中,选择出指定考题数量的题集合,选择算法基于 SecureRandom 类随机数生成设计。
- ⑤ 得到初始种群。

(2). 精英主义方法设计

在种群的个体交配过程中,把上一个种群中的最优个体(即试卷)直接整体遗传,不用交配。

(3). 个体交配方法设计

个体交配过程中,将每个个体之间的基因(即各题型的题目集合)随机杂交,从而产生出一个新的个体^[29]。

(4). 基因突变方法设计

对个体交配阶段得到的新的个体而言,通过判断给定的基因突变概率所代表的基因突变事件会不会发生。

如若发生则从数据库中查找出一道当前题目集合中未包含的且满足知识点要求的基因替换之^[30];

如若不会发生基因突变,则什么也不做;最后得到新个体。

(5). 个体适应度计算公式设计

计算试卷的总分:

$$totalScore = \sum_{i=1}^n problemScore$$

公式 1

计算题目总难度值::

$$problemTotalDifficulty = \sum_{j=1}^n (problemScore \times problemDifficultyVal)$$

公式 2

计算题目平均难度值:

$$problemAvgDifficulty = \frac{totalScore}{problemTotalDifficulty}$$

公式 3

计算用户要求的平均适应度:

$$avgAdaptationDegree = \frac{minAdaptationDegree + maxAdaptationDegree}{2}$$

公式 4

计算试卷适应度的如下所示:

$$adaptationDegree = \begin{cases} \frac{problemAvgDifficulty - minAdaptationDegree}{maxAdaptationDegree - minAdaptationDegree} & avgAdaptationDegree \leq minAdaptationDegree \\ \frac{minAdaptationDegree - problemAvgDifficulty}{maxAdaptationDegree - minAdaptationDegree} & avgAdaptationDegree \geq minAdaptationDegree \\ \frac{maxAdaptationDegree - problemAvgDifficulty}{maxAdaptationDegree - avgAdaptationDegree} & avgAdaptationDegree < problemAvgDifficulty, problemAvgDifficulty < maxAdaptationDegree \\ \frac{problemAvgDifficulty - minAdaptationDegree}{maxAdaptationDegree - avgAdaptationDegree} & minAdaptationDegree < problemAvgDifficulty, problemAvgDifficulty < avgAdaptationDegree \\ 1 & avgAdaptationDegree = problemAvgDifficulty \end{cases}$$

公式 5

4.6.7 出卷算法（随机算法）功能设计

随机出卷是为了满足教师快速出卷而设计的。通过设计一个函数，返回指定数量的在一定范围内的随机数，从而从数据库中随机查找满足知识点要求的题目。

4.6.8 出卷算法（固定算法）功能设计

固定出卷是为了弥补遗传算法和随机算法不能完全自主选择考题的缺陷而设计的，在固定出卷中，教师可以根据自己的需要自主的选择考题，最后将这些考题按照一定的顺序，创建成试卷。

4.6.9 阅卷功能设计

教师选择待评阅试卷的下拉列表，选择试卷之后，点击阅卷按钮，即可阅卷，教师可自主给试卷进行打分，并将分数提交到数据库。

4.6.10 成绩管理功能设计

教师可点击“成绩查询”按钮进行成绩查询，可查询到所有已完成阅卷的考生成绩。

4.7 学生模块功能设计

4.7.1 在线考试功能设计

学生登录之后，可查询所有待考试卷，随后点击“考试”按钮，进行考试，待考试结束后，考生可进行交卷。

4.7.2 在线监考功能设计

在线监考功能以人脸识别技术为技术基础，同时结合了 WebScket 技术^[31]。在学生考试界面，由浏览器自动的在一秒内拍摄指定数量的画面，并将这些画面通过 WebScket 传输到系统之中，然后由系统的进行识别图片中的人脸，识别之后得到这张人脸照片中的姿态角(Euler 角)信息^[32]，姿态角包括三个角度：yaw、pitch、roll。yaw 角表示左右旋角度，yaw 为负数表示左扭头，yaw 为正数代表右扭头；pitch 角表示上下旋角度，pitch 角为负数表示低头，pitch 角为正数表示抬头；roll 角表示左右倾斜角度，roll 为负数代表左倾斜，roll 为正数为右倾斜。

由系统识别图片得到人脸的姿态角信息之后,可以判断 yaw 角的绝对值是否超过指定的度数(例 35°),即可判定考生有作弊的嫌疑,然后将该图片记录下来,最终完成了在线监考的功能。

4.7.3 成绩查询功能设计

考生可点击“成绩查询”按钮进行成绩查询,可查询到所有自己的已阅卷的成绩。

5 系统功能实现

5.1 系统总体实现

本系统整体分为三个层次,它们分别是:表示层、应用层、数据层。按其各个层面的功能分析,表示层是根据当前系统登录用户的角色和该角色发起的不同的请求而显示不同的界面;应用层是通过判定用户发起的请求类型,再通过既定的规则,对数据层进行操作;数据层是按照应用层的操作类型,执行既定的 SQL 语句,从而达到修改数据库的目的。本系统的系统各功能模块结构图如图 5-1 所示:

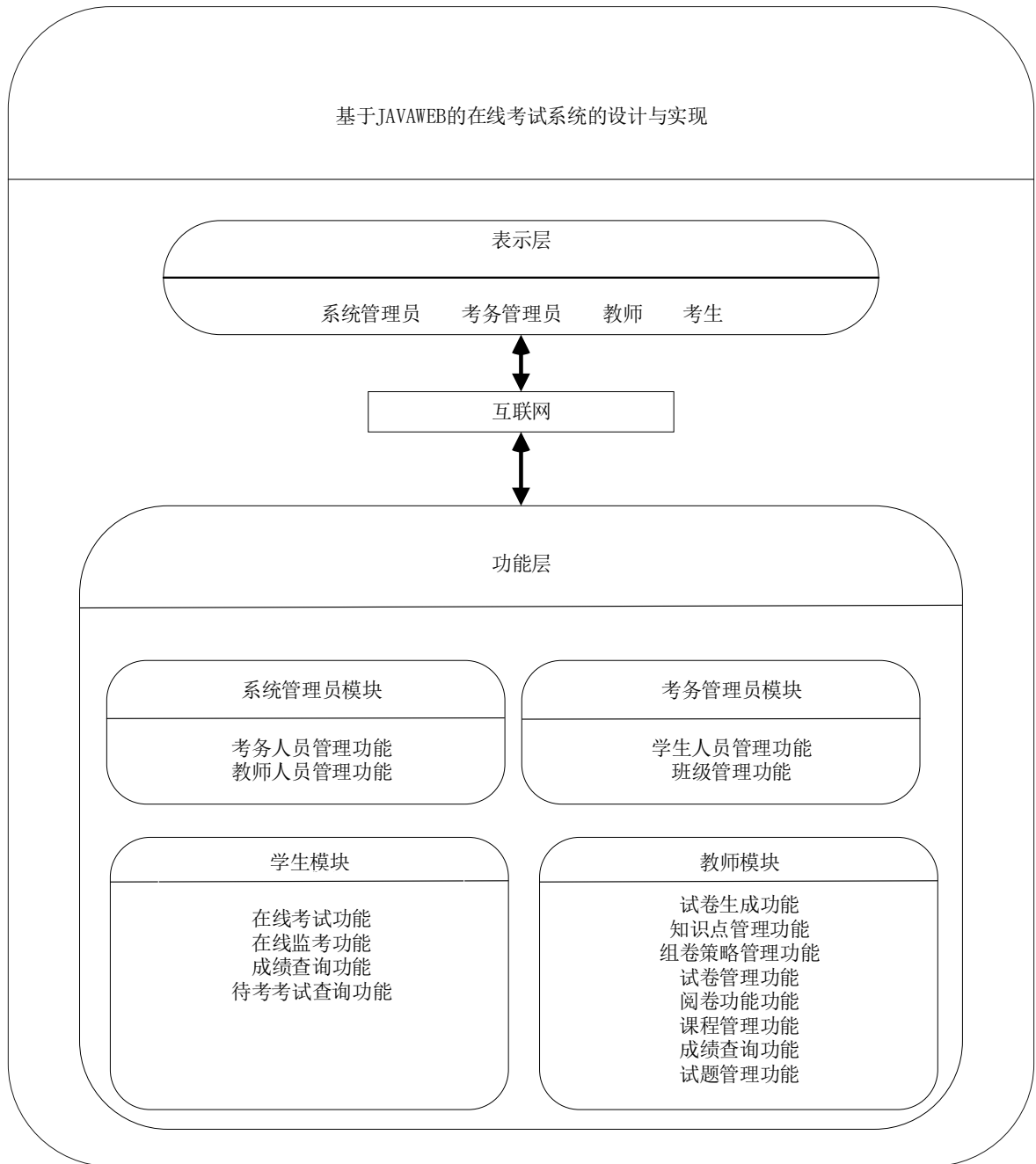


图 5-1 系统总体实现框架图

5.2 登录功能实现

5.2.1 用户名和密码登录功能实现

基于 JavaWeb 的在线考试系统的登录界面以卡片为设计原型，在卡片中有用户名输入框和密码输入框，用户需要输入自己的用户名和密码，用户名可以是账号，也可以是邮箱，然后点击登录按钮，将用户输入的用户名和密码发送到系统中，系统再根据用户输入的用户名所属角色的不同，跳转到相应的用户界面。用户登录界面的实现图如图 5-2 所示：

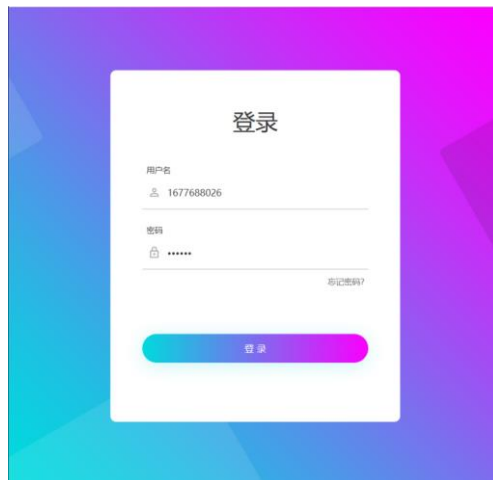


图 5-2 用户账号密码登录实现图

系统发生请求登录信息的代码如下：

```
$.ajax( settings: {
    url: "/login/form",
    data: {
        account: $("#account").val(),
        code: $("#code").val()
    },
    type: "post",
    success: function (data) {
        console.log(data);
        if(data.code == 200){
            window.location.href = data.href;
        }else{
            $("#responseMsg").text(data.msg);
        }
    }
})
```

图 5-3 用户账号密码登录实现代码（前端）

系统查找用户的关键代码如图 5-4 所示：

```
public UserDetails loadUserByUsername(String account) throws UsernameNotFoundException {
    Logger.info("#LoginUserService查找用户信息");
    //1. 查找学生账户
    Student student = studentService.selectStudentByAccount(account);
    if(student != null){
        return student;
    }
    //2. 查找教师账户
    Teacher teacher = teacherService.selectTeacherByAccount(account);
    if(teacher != null){
        teacherService.initTeacherDatabase(account);
        return teacher;
    }
    //3. 查找考务账户
    Manager manager = managerService.selectManagerByAccount(account);
    if(manager != null){
        return manager;
    }
    //4. 查找管理员账户
    Admin admin = adminService.selectAdminByAccount(account);
    if(admin != null){
        return admin;
    }
    throw new UsernameNotFoundException("用户名或密码错误");
}
```

图 5-4 用户账号密码登录实现代码（后端）

5.2.2 刷脸登录功能实现

刷脸登录界面以卡片为设计原型，在卡片中加载摄像头，然后点击登录按钮，将视频中的画面进行截取，然后发送到系统检测照片中人脸的特征值，再和数据库中的

特征值进行对比，从而实现刷脸登录的功能。刷脸登录界面如图 5-5 所示：

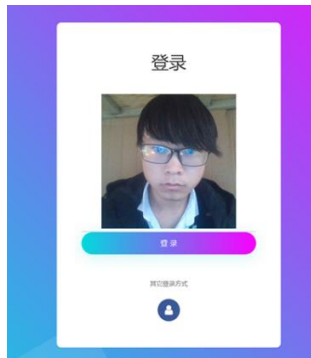


图 5-5 用户刷脸登录实现图

发生人脸照片请求登录的关键代码如图 5-6 所示：

```
$("#login").click(function () {
    let face = getPhoto();
    let formData = new FormData();
    formData.append("face", face);
    $.ajax({
        url: "/facelogin",
        processData: false,
        contentType: false,
        type: "post",
        data: formData,
        success: function (data) {
            if (data.code == 200) {
                window.location.href = "/home";
            }
            if (data.code == 403) {
                $("#responseMsg").text(data.msg);
            }
        }
    })
})
```

图 5-6 用户刷脸登录实现代码（前端）

系统查找用户的关键代码如图 5-7 所示：

```
public UserDetails loadUserByUsername(String faceKey) throws IllegalArgumentException, UsernameNotFoundException {
    Logger.info("#FaceLoginUserService查找用户信息");
    //1. 查找学生账户
    Part face = (Part) PublicSession.getVal(faceKey);
    try {
        List<FaceFeature> faceFeatureList = new FaceIdentityUtil().getFaceFeature(face.getInputStream());
        if (faceFeatureList.size() == 0) {
            throw new IllegalArgumentException("照片中无人。");
        }
        for (Student student : studentList) {
            FaceFeature sourceFaceFeature = new FaceIdentityUtil().getFaceFeature(student.getFaceFeatureData());
            float similar = new FaceIdentityUtil().compareFace(faceFeatureList.get(0), sourceFaceFeature);
            System.out.println("相似度: " + similar);
            if (similar > 0.7) {
                return studentService.selectStudentByUuid(student.getUuid());
            }
        }
    } catch (IOException e) {
        throw new IllegalArgumentException("照片损坏。");
    }
    throw new UsernameNotFoundException("不存在此用户");
}
```

图 5-7 用户刷脸登录实现代码（后端）

5.3 系统管理员模块功能实现

5.3.1 教师人员管理功能实现

系统管理员登录之后，系统会自动判定用户角色，呈现系统管理界面给用户。系

统管理员可查看所有教师信息，实现界面如图 5-8 所示：



姓名	账户	职工号	出生年月	性别	邮箱	手机号	使用权限	
张三	1677688026	1020090	2018-01-28	女	1677688026@qq.com	17695484481	正常使用	+
马东锡	5484345823	1577893	2012-01-10	男	1221321@qq.com	15855682759	正常使用	✎ ✖
赵亮	1677688027	102008	1997-01-03	女	1677688026@qq.com	17695484467	正常使用	✎ ✖
魏天往	167788	120045	2012-01-09	女	19038432@qq.com	17885842697	正常使用	✎ ✖
王露	11111111	1111111	1111-01-09	男	1@qq.com	15811111111	正常使用	✎ ✖
南天	54843458	157789	2012-01-11	女	1221321@qq.com	1345682759	正常使用	✎ ✖
吴华夜	1677688028	102006	2000-01-05	女	1677688026@qq.com	17695484489	正常使用	✎ ✖
王刚	1745149234	104589	1999-01-04	男	1745149234@qq.com	15822722173	正常使用	✎ ✖
廖佳禾	16778821	1200451	2012-01-11	女	19038432@qq.com	12358426972	正常使用	✎ ✖

图 5-8 教师管理功能实现图

查询教师信息的关键代码如图 5-9：

```
loadData: function (filter) {
    $.ajax({ settings: {
        url: "/admin/selectAllTeacher",
        dataType: "json",
        data: filter,
        async: false,
        success: function (data) {
            teacherListData = data;
        }
    });
    return teacherListData;
}
```

图 5-9 查询教师信息功能实现代码（前端）

教师管理支持 Excel 批量导入功能，其关键代码如图 5-10 所示：

```
public static List<Teacher> getTeacherList(MultipartFile excelFile, StringBuffer errMsg){
    ExcelDetail excelDetail = getExcelInfo(getExcelWorkBook(excelFile));
    if(excelDetail == null) return null;
    Sheet sheet = excelDetail.sheet; //sheet 表格
    int totalRows = excelDetail.totalRows; //Excel 的行数
    int totalCells = excelDetail.totalCells; //Excel 的列数
    int rowStart = 2; //下标从0开始
    Message message = new Message();
    Row row = null;
    List<Teacher> teacherList = new ArrayList<>();
    initSheet(totalRows, totalCells, sheet); //设置 Cells : CellType(CellType.STRING);
    Teacher build = null;
    for(int i=rowStart; i<totalRows; ++i){
        row = sheet.getRow(i);
        try{
            String name = getCellValue(row, cellNum: 0);
            String account = getCellValue(row, cellNum: 1);
            String code = getCellValue(row, cellNum: 2);
            String tno = getCellValue(row, cellNum: 3);
            String college = getCellValue(row, cellNum: 4);
            String profession = getCellValue(row, cellNum: 5);
            String birthday = getCellValue(row, cellNum: 6);
            boolean sex = getCellValue(row, cellNum: 7) == "男" ? true : false;
            String phone = getCellValue(row, cellNum: 8);
            String email = getCellValue(row, cellNum: 9);
            boolean enabled = getCellValue(row, cellNum: 10) == "开通" ? true : false;
            build = Teacher.builder().name(name).account(account).code(code).tno(tno).college(college)
                .profession(profession).birthday(new java.sql.Date(new SimpleDateFormat( pattern: "yyyy/mm/dd").parse(birthday).getTime()))
                .sex(sex).phone(phone).email(email).enabled(enabled).build();
        }catch (Exception e){
            message.addErrMsg( errMsg: i-1, e.getMessage());
            Log.error("第{}条记录错误, 错误信息: {}", i-1, e.getMessage());
            build = null;
        }
        if (build != null) {
            teacherList.add(build);
        }
    }
}
```

图 5-10 教师批量导入实现代码（后端）

5.3.2 考务人员管理功能实现

系统管理员可查看考务人员信息，查看界面的实现界面如图 5-11 所示：

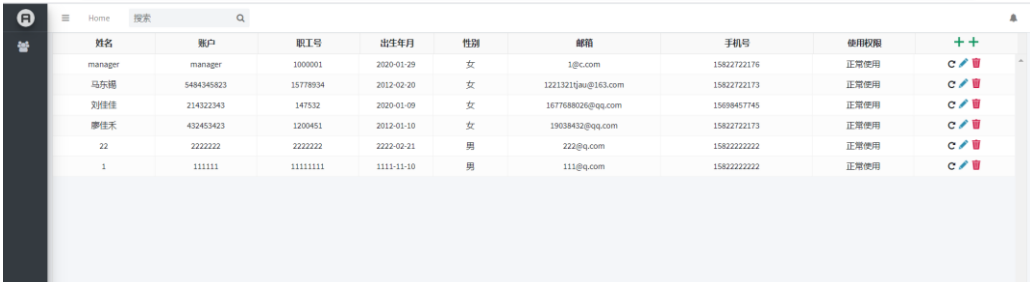


图 5-11 考务管理功能实现图

查看界面利用了 jsGrid 插件显示，显示考务人员信息的配置部分关键代码如图 5-12 所示：

```
, {  
    name: "phone",  
    title: "手机号",  
    type: "text",  
    width: 30,  
    align: "center"  
}, {  
    name: "enabled",  
    title: "使用权限",  
    type: "text",  
    width: 20,  
    align: "center",  
    itemTemplate: function (value,item) {  
        if(item.enabled == true || item.enabled == "true")  
            return "正常使用";  
        if(item.enabled == false || item.enabled == "false")  
            return "锁定中";  
        return "状态未知";  
    }  
},  
{  
    title: "<input class='jsgrid-button jsgrid-insert-button' id='insertUser' type='button'> " +  
        <input class='jsgrid-button jsgrid-insert-button' id='insertUserWithExcel' type='button'>",  
    width: 20,  
    align: "center",  
    sorting: false,  
    itemTemplate: function (value,item) {  
        let d = JSON.stringify(item);  
        return '<span class=changeManagerCode data='+d+'><i class="fa fa-repeat" aria-hidden="true"></i></span>&nbsp;&nbsp;&nbsp;' +  
            <button class="jsgrid-button jsgrid-edit-button edit" data="+d+"></button>'+  
            <button class="jsgrid-button jsgrid-delete-button delete" data="+d+"></button>;'  
    }  
}  
}
```

图 5-12 考务管理功能前端配置实现代码

5.4 考务管理员模块功能实现

5.4.1 学生管理功能实现

每个学院都拥有一名考务管理员，该考务管理员可以管理所在学院的班级和学生。考务管理员可以添加、查询、编辑、删除学生。学生查询的功能实现图如图 5-13 所示：

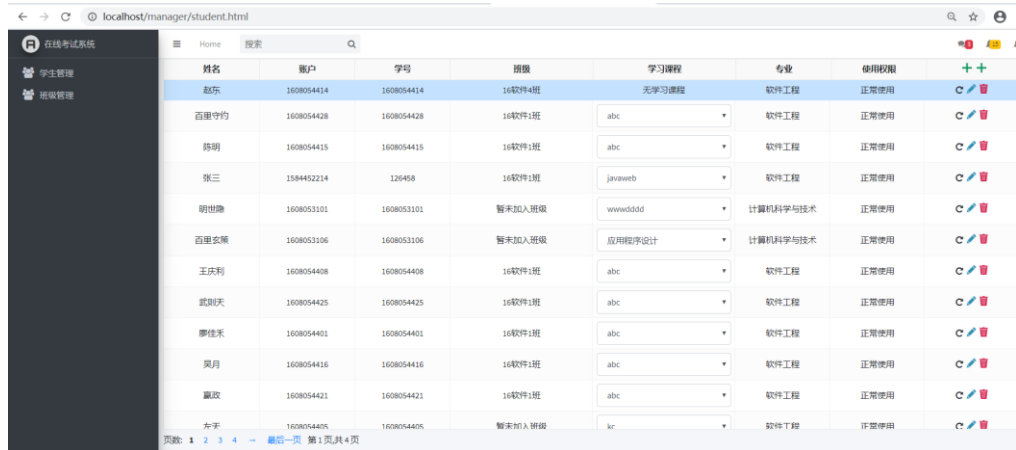


图 5-13 学生管理功能实现图

学生信息界面可以看到学生的姓名、学号、学习课程等信息，点击右边对应的“编辑”按钮，可以更加详细的看到学生的信息，其实现界面如图 5-14 所示：

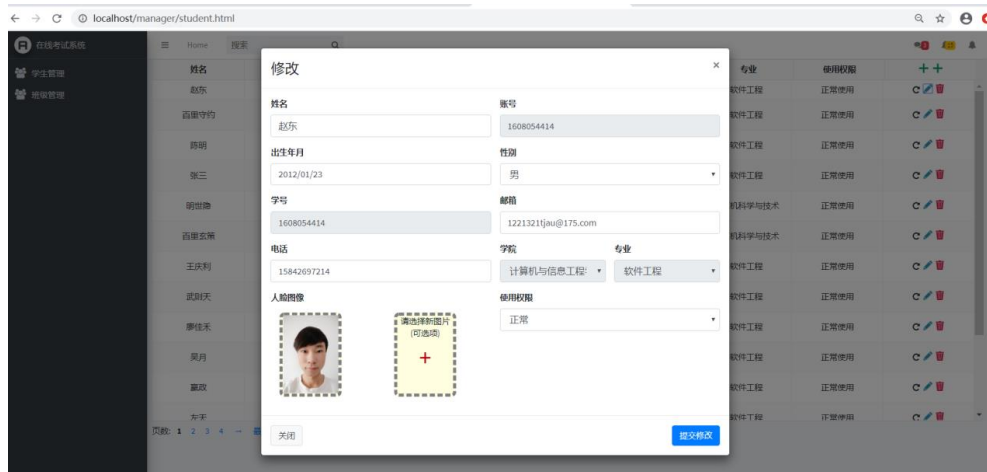


图 5-14 学生信息修改功能实现图

考务管理员同时也可以对学生账户进行重设密码，其实现界面如图 5-15 所示：



图 5-15 学生密码重设功能实现图

重设的密码采用随机数随机生成的，其生成密码的关键代码如图 5-16 所示：

```
// 取随机密码
public String getRandomCode(int length) {
    this.length = length;
    StringBuffer buffer = new StringBuffer();
    if (length <= 0) {
        this.length = 6;
    };
    for (int i = 0; i < length; i++)
        buffer.append((char) getNextChar());
    return buffer.toString();
}
```

图 5-16 学生密码生成算法实现代码

5.4.2 班级管理功能实现

考务管理员可查询所有班级信息，其实现界面如图 5-17 所示：



图 5-17 班级管理功能实现图

考务管理员不仅可以查看班级下的学生人数，也可编辑该班级下的学生名单，编辑功能的实现界面如图 5-18 所示：

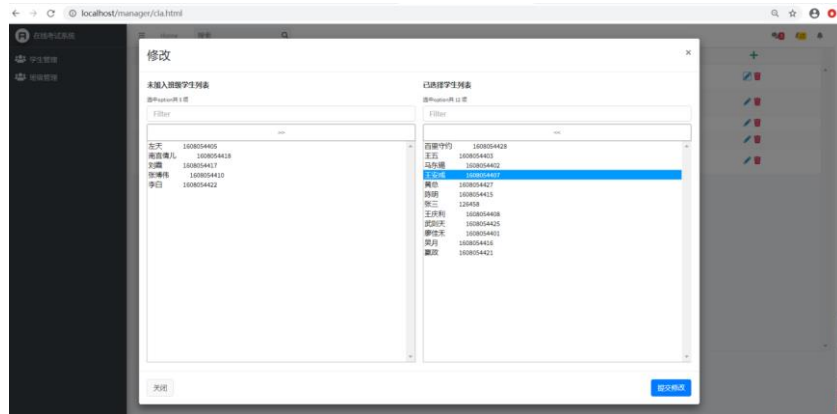


图 5-18 班级信息修改功能实现图

更改班级的学生名单涉及到修改班级-学生之间的双向引用关系，其关键代码实现如图 5-19 所示：

```

public void updateClaInfoByUuid(Cla cla){
    String uuid = cla.getUuid();
    //旧的学生列表集合
    List<String> old_student_uuid_list = claDao.selectClaByUuid(uuid).student_uuid_list();
    //新的学生列表集合
    List<String> new_student_uuid_list = cla.student_uuid_list();
    //如果没有旧数据
    if(old_student_uuid_list.size() == 0){
        //给新学生加入班级
        for(String student_uuid : new_student_uuid_list){
            studentService.updateStudentCla(student_uuid, cla.getUuid());
        }
    }else{//如果有旧数据
        List<String> should_add_cla_list = new ArrayList<>();
        List<String> should_remove_cla_list = new ArrayList<>();
        for (String old_student_uuid : old_student_uuid_list) {
            if(!new_student_uuid_list.contains(old_student_uuid)){
                //新数据不包含, 应该被 remove
                should_remove_cla_list.add(old_student_uuid);
            }
        }
        for (String new_student_uuid : new_student_uuid_list) {
            if(!old_student_uuid_list.contains(new_student_uuid)){
                //旧数据不包含 应该被 add
                should_add_cla_list.add(new_student_uuid);
            }
        }
        for (String should_add_cla : should_add_cla_list) {
            // should_add_cla 是对应student 的 uuid
            studentService.updateStudentCla(should_add_cla, cla.getUuid());
        }
        for (String should_remove_cla : should_remove_cla_list) {
            // should_remove_cla 是对应student 的 uuid
            studentService.updateStudentCla(should_remove_cla, cla.uuid: "");
        }
    }
    claDao.updateClaInfoByUuid(cla);
}

```

图 5-19 班级信息修改功能实现代码

5.5 教师模块功能实现

5.5.1 试卷组成策略功能实现

教师在组卷的时候，需要选择组卷模板，然后在模板的基础之后生成试卷。试卷组成策略的实现如图 5-20 所示：

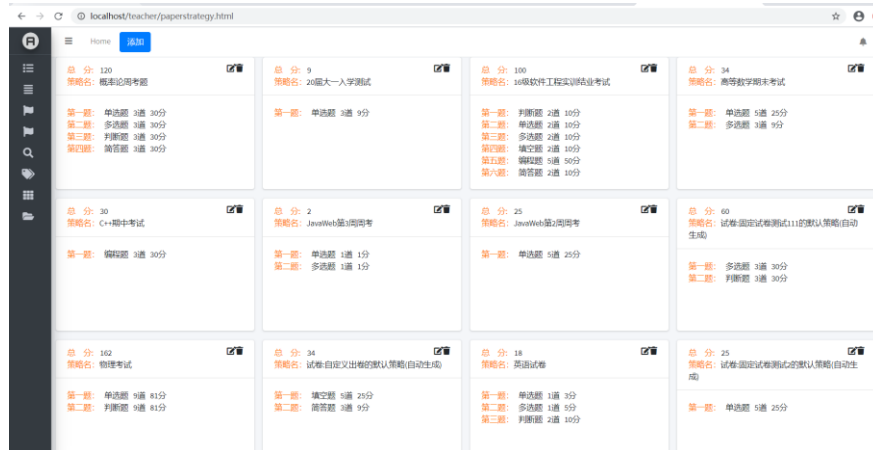


图 5-20 试卷组成策略功能实现图

5.5.2 知识点管理功能实现

每道题目都包含对应的知识点，而对应的知识点是教师提前设置好的，知识点管理的实现图如图 5-21 所示：

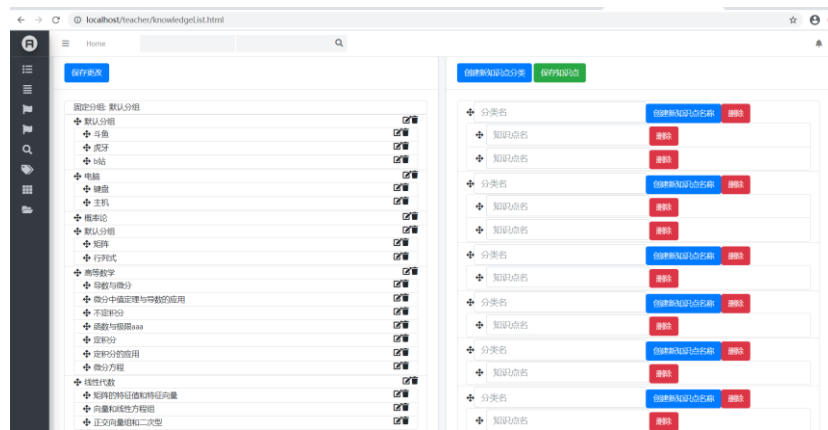


图 5-21 知识点管理功能实现图

5.5.3 试题管理功能实现

教师可以在系统中录入试题信息，试题类型囊括：单选题、多选题、填空题、简答题、判断题、编程题六种题型，教师可对自身的题库进行管理，每一个题型都对应一种小管理页面。单选题管理的实现如图 5-22 所示：



图 5-22 试题管理功能实现图

教师点击右边的编辑按钮可以对试题进行编辑，其实现如图 5-23 所示：

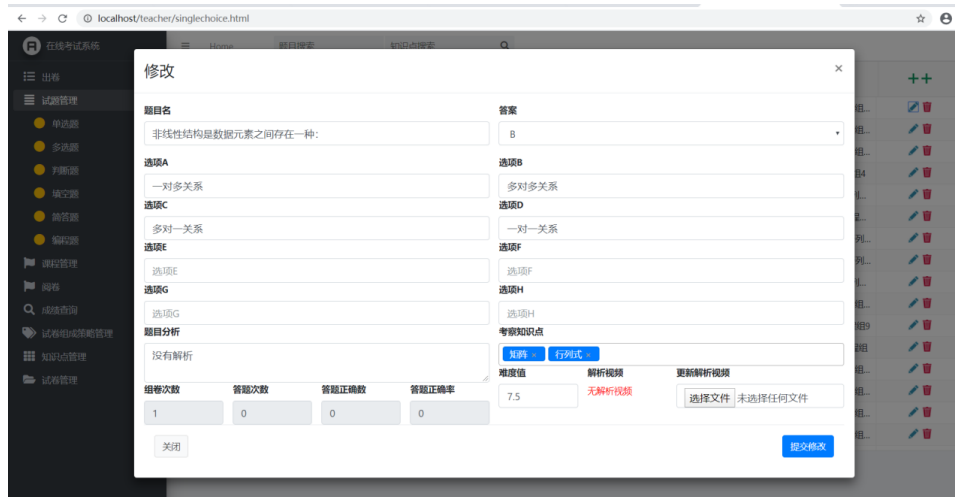


图 5-23 试题信息修改功能实现图

试题编辑可以上传试题的文字解析和视频解析，上传视频解析的关键代码如图 5-24 所示：

```
@PostMapping("/updateSingleChoiceInfo")
public ResponseMessage updateProblemInfo(@RequestParam("problem")SingleChoice problem,@RequestParam(value="file",required=false) MultipartFile file, HttpSession session){
    Teacher teacher = Utils.getUser(session,Teacher.class);
    if(file == null){
        //无需修改视频文件，直接修改题目其他信息...
        boolean tag = singleChoiceService.updateSingleChoiceInfo(problem,teacher.getAccount());
        return new ResponseMessage().setCode(tag ? 200 : 403);
    }else{
        //指定保存视频文件的新名字
        String saveName = Utils.randomUUID() + file.getOriginalFilename();
        //返回保存的绝对地址
        String videoAbsolutePath = singleChoiceService.saveVideoToDisk(file, saveName);
        if(videoAbsolutePath == ""){//上传失败
            return new ResponseMessage().setCode(500).setMsg("视频文件保存失败,请联系技术人员");
        }
        singleChoiceService.deleteOldVideo(problem.getVideoPath());
        String videoPath = "video/singlechoice/"+saveName;
        //视频文件保存成功,接下来插入到数据库
        boolean tag = singleChoiceService.updateSingleChoiceInfo(problem, videoPath, teacher.getAccount());
        return new ResponseMessage().setCode(tag ? 200 : 403).setData(videoPath);
    }
}
```

图 5-24 试题信息修改功能实现代码（1）

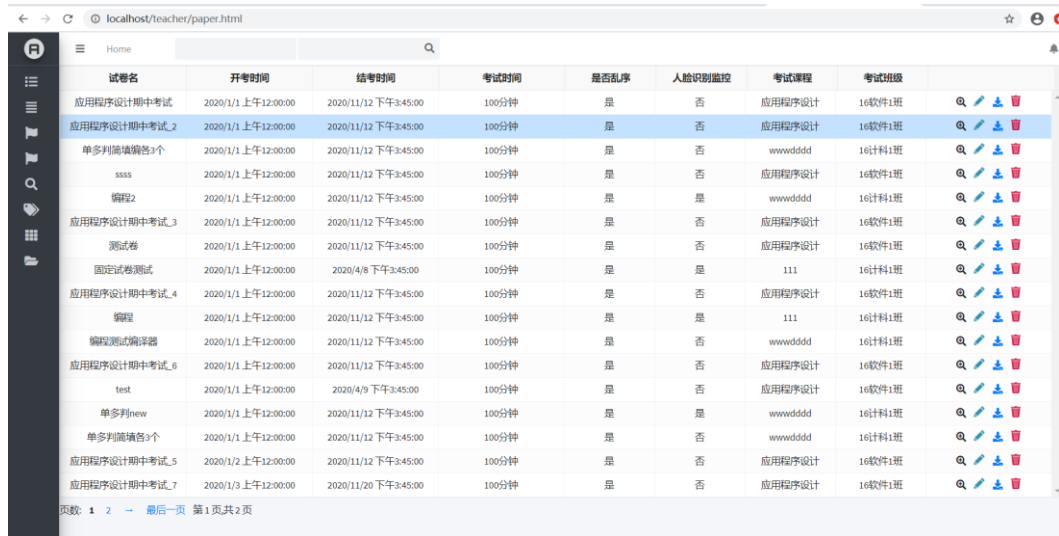
视频文件保存到本地磁盘的关键代码如图 5-25 所示：

```
/**
 * @Description 用于题目的视频文件上传
 * @date 2020/2/17 17:50
 * @param file .mp4, .avi 等视频文件MultipartFile 对象
 * @return java.lang.String 视频文件保存的到服务器的绝对地址
 */
public String saveVideoToDisk(MultipartFile file, String saveName){
    String videoOriginalFileName = file.getOriginalFilename();
    String videoType = videoOriginalFileName.substring(videoOriginalFileName.lastIndexOf( str "." )+1,videoOriginalFileName.length());
    if(!videoTypeList.contains(videoType)){
        //不是指定文件格式
        return "";
    }
    try {
        file.transferTo(new File( parent: uploadStaticParamter.getProblemFolderLocalPath()+File.separator+"singlechoice",saveName));
    } catch (IOException e) {
        Log.error("视频文件保存失败,错误信息: {},错误原因: {}",e.getMessage(),e.getCause().getMessage());
        return "";
    }
    return uploadStaticParamter.getProblemFolderLocalPath()+File.separator+saveName;
}
```

图 5-25 试题信息修改功能实现代码（2）

5.5.4 试卷管理功能实现

教师组卷成功之后，可在试卷管理界面查询试卷信息，也可以对试卷信息进行更改、删除等操作。查询所有试卷的实现如图 5-26 所示：



试卷名	开考时间	结束时间	考试时间	是否乱序	人脸识别监控	考试课程	考试班级	
应用程序设计期中考试	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
应用程序设计期中考试_2	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
单多判断填空题3个	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班	
ssss	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
编程2	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	是	wwwd	16计科1班	
应用程序设计期中考试_3	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
测试卷	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
固定试卷测试	2020/1/1 上午12:00:00	2020/4/8 下午3:45:00	100分钟	是	是	111	16计科1班	
应用程序设计期中考试_4	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
编程	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	是	111	16计科1班	
编程测试编译器	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班	
应用程序设计期中考试_6	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
test	2020/1/1 上午12:00:00	2020/4/9 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
单多判断new	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	是	wwwd	16计科1班	
单多判断填空题3个	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班	
应用程序设计期中考试_5	2020/1/2 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	
应用程序设计期中考试_7	2020/1/3 上午12:00:00	2020/11/20 下午3:45:00	100分钟	是	否	应用程序设计	16软件1班	

图 5-26 试卷管理功能实现图

教师可点击右边“放大镜”图标查看试卷内容，其实现如图 5-27 所示：



试卷名	开考时间	结束时间	考试时间	是否乱序	人脸识别监控	考试课程	考试班级
单多判断填空题3个	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
固定试卷测试2	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
在线试卷测试	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
英语试卷测试	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
自定义试卷	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
遗传算法出题11	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
999	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
物理高一试卷	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
固定试卷测试11	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
20200402	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班
20200200	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	是	否	wwwd	16计科1班

图 5-27 试卷详细信息查看实现图

教师生成试卷之后，不仅可以选择在线考试，也可以选择纸质考试，点击右方“下载”图标，可将试卷导出为 PDF 格式的试卷，以下是某次导出的 PDF 格式试卷如图 5-28 所示：

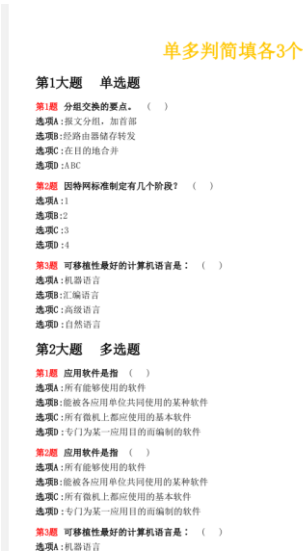


图 5-28 试卷导出 PDF 格式文件实现图

5.5.5 课程管理功能实现

教师生成试卷之后, 可以对课程进行管理, 查询课程的实现如图 5-29 所示:

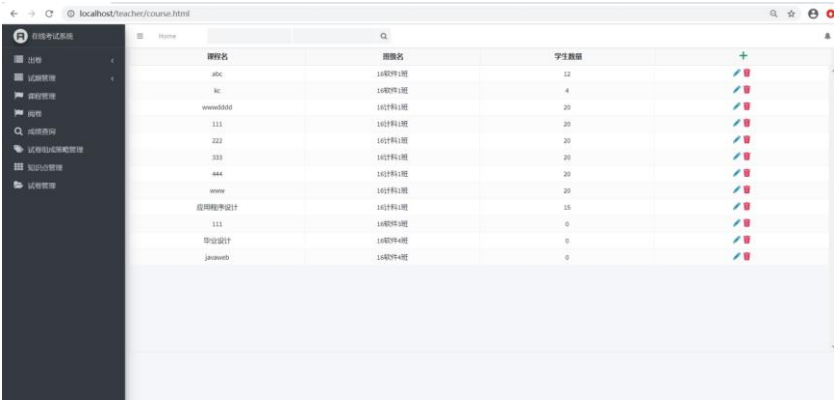


图 5-29 课程管理功能实现图

教师不仅可以在开始班级的基础之上创建课程, 也可以在课程中添加班级中的若干学生, 其实现如图 5-30 所示:



图 5-30 班级管理功能实现图

该图中选中的为班级内选修该课程的同学，未选中的为不选修该课程的同学，若该课程选中了所有学生，则该课程为必修课程。

5.5.6 出卷算法（遗传算法）功能实现

教师登录系统后，可以选择遗传算法组卷，其实现功能图如图 5-31 所示：

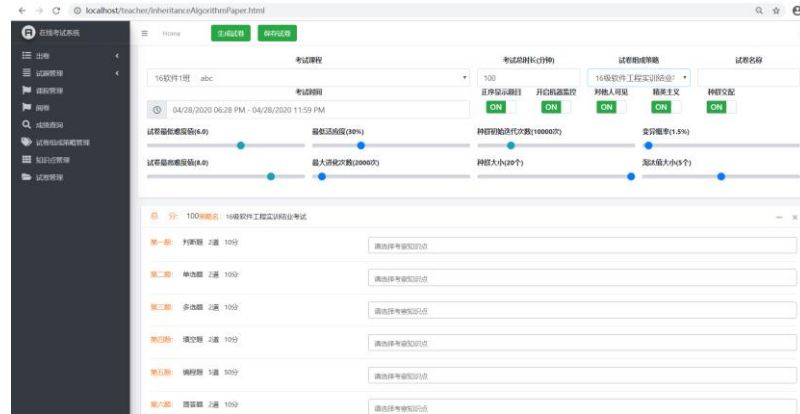


图 5-31 遗传算法出卷实现图

教师选择试卷组成策略和遗传算法的初始参数之后，可点击生成试卷进行生成，某次随机生成的试卷如图 5-32 所示：

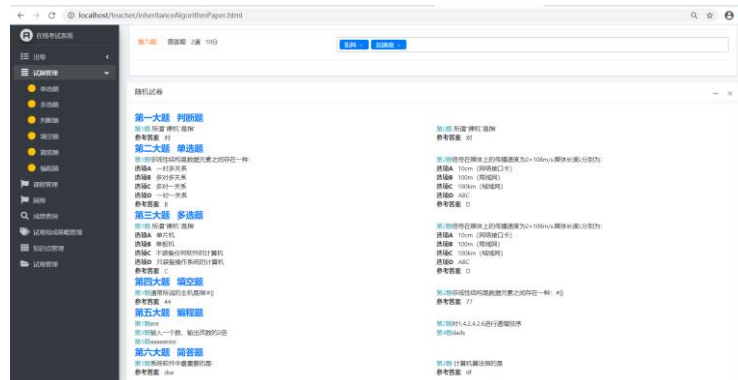


图 5-32 遗传算法出卷-试卷生成结果实现图

遗传算法的种群进化部分关键代码如图 5-33 所示：

```

/**
 * 种群进化操作
 */
public static Population evolvePopulation(Population population, PaperRule paperRule) throws Exception {
    Population newPopulation = new Population(population.getLength());
    int elitismOffset = paperRule.getElitism() ? 1 : 0;
    //精英主义
    if (paperRule.getElitism()) {
        // 保留上一代最优秀个体
        PaperPackage fitness = population.getFitness();
        newPopulation.setPaperPackage(id: 0, fitness);
    }
    //种群交配
    if (paperRule.getCopulation()) {
        // 种群交配操作, 从当前的种群population来创建下一代种群newPopulation
        for (int i = elitismOffset; i < newPopulation.getLength(); i++) {
            // 较优选择parent
            PaperPackage parent1 = select(population, paperRule);
            PaperPackage parent2 = select(population, paperRule);
            while (parent1.getPaper().getUuid() == parent2.getPaper().getUuid()) {
                parent2 = select(population, paperRule);
            }
            // 交叉
            PaperPackage child = copulation(parent1, parent2, paperRule);
            Float adaptationDegree = child.getAdaptationDegree();
            newPopulation.setPaperPackage(i, child);
        }
    }
    return newPopulation;
}

```

图 5-33 遗传算法出卷-种群进化实现代码图

个体交配所采用的交叉算子（继承父基因概率函数）的关键代码如图 5-34 所示：

```

private static List<Object> getRandomProblemList(List<Object> list1, List<Object> list2, int problemNum) {
    List<Object> list = new ArrayList<>();
    Random random = new Random(System.currentTimeMillis());
    int n = problemNum;
    while (n-- > 0) {
        if (random.nextBoolean()) {
            list.add(list1.get(random.nextInt(list1.size())));
        } else {
            list.add(list2.get(random.nextInt(list2.size())));
        }
    }
    return list;
}

```

图 5-34 遗传算法出卷-交叉算子实现代码图

个体基因突变为不重复的基因的关键代码如图 5-35 所示：

```

public static Object getNonRepeatProblemList(String teacher_account, Object o, LinkedHashMap<String, Object> paperInfo)
    throws ProblemException {
    List<String> uuidList = new ArrayList<>();
    if (o instanceof SingleChoice) {
        List<SingleChoice> singleChoiceList = (List<SingleChoice>) paperInfo.get("singleChoiceList");
        singleChoiceList.stream().forEach(singleChoice -> uuidList.add(singleChoice.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    if (o instanceof MultipleChoice) {
        List<MultipleChoice> multipleChoiceList = (List<MultipleChoice>) paperInfo.get("multipleChoiceList");
        multipleChoiceList.stream().forEach(multipleChoice -> uuidList.add(multipleChoice.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    if (o instanceof Fill) {
        List<Fill> fillList = (List<Fill>) paperInfo.get("fillList");
        fillList.stream().forEach(fill -> uuidList.add(fill.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    if (o instanceof Short) {
        List<Short> shortList = (List<Short>) paperInfo.get("shortList");
        shortList.stream().forEach(sho -> uuidList.add(sho.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    if (o instanceof Judge) {
        List<Judge> judgeList = (List<Judge>) paperInfo.get("judgeList");
        judgeList.stream().forEach(judge -> uuidList.add(judge.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    if (o instanceof Program) {
        List<Program> programList = (List<Program>) paperInfo.get("programList");
        programList.stream().forEach(program -> uuidList.add(program.getUuid()));
        return getNonRepeatProblemList(teacher_account, o.getClass(), uuidList);
    }
    throw new ProblemException("未知题型");
}

```

图 5-35 遗传算法出卷-基因突变代码实现图

个体适应度计算函数关键代码如图 5-36 所示：

```

/**
 * 计算个体适应度 公式为:  $f(\max, \min, \text{difficultyVal}) = 1 - |((\max + \min) - 2 * \text{difficultyVal}) / (\max - \min)|$ 
 * 其中 max: 试卷最大难度值 前端赋值
 * 其中 min: 试卷最小难度值 前端赋值
 * 其中 difficultyVal: 试卷平均难度值 自动生成
 */
public void setAdaptationDegree(PaperRule rule) {
    float max = rule.getMaxDifficultyVal();
    float min = rule.getMinDifficultyVal();
    adaptationDegree = 1 - Math.abs((max + min) - 2 * getDifficultyVal() / (max - min));
    adaptationDegree = 1 - Math.abs((max - min) - 2 * getDifficultyVal() / (max - min));
    float di = getDifficultyVal();
    float adaptationDegree = 0f;
    if(di <= min){
        adaptationDegree = (di - min) / (max - min);
    }
    if(di >= max){
        adaptationDegree = (max - di) / (max - min);
    }
    float avg = (max + min) / 2;
    if(avg < di && di < max){
        adaptationDegree = (max - di) / (max - avg);
    }
    if(min < di && di < avg){
        adaptationDegree = (di - min) / (max - avg);
    }
    if(di == avg){
        adaptationDegree = 1;
    }
    this.adaptationDegree = adaptationDegree;
}

```

图 5-36 遗传算法出卷-个体适应度计算实现代码图

种群进化的整个流程的关键代码如图 5-37 所示:

```

// 迭代计数器
int count = 0;
int runCount = maxEvolutionNum; // 最大进化次数
Population population = new Population(populationSize, initFlag: true, paperRule);
System.out.println("初始化适应度" + population.getFitness().getAdaptationDegree());
float adaptationDegree = population.getFitness().getAdaptationDegree();
System.out.println("min_adaptationDegree" + min_adaptationDegree);
while(adaptationDegree < min_adaptationDegree && runCount-- > 0){
    count++;
    population = InheritanceAlgorithm.evolvePopulation(population, paperRule);
    adaptationDegree = population.getFitness().getAdaptationDegree();
    System.out.println("第 " + count + " 次进化, 适应度为: " + adaptationDegree);
}
System.out.println("共进化 " + count + " 次, 最终适应度为: " + adaptationDegree);
if(runCount <= 0){
    throw new ProblemException("进化失败, 共进化" + maxEvolutionNum + "次");
}

```

图 5-37 遗传算法出卷-种群进化完整流程实现代码图

5.5.7 出卷算法（随机算法）功能实现

教师可选择随机组卷算法进行组卷，随机组卷算法相比于遗传算法组卷更快，效率更高，其实现图如图 5-38 所示：

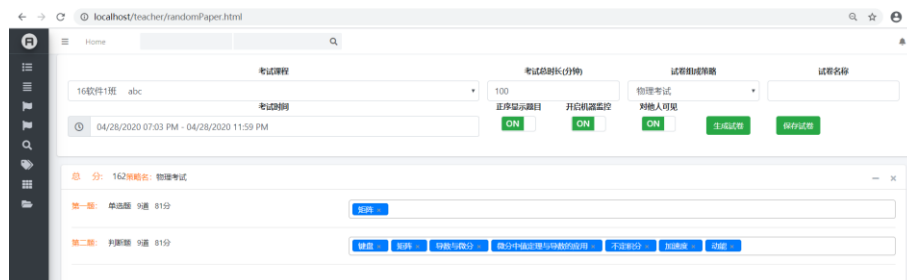


图 5-38 随机算法出卷-功能实现图

某次随机算法随机生成的试卷如图 5-39 所示：

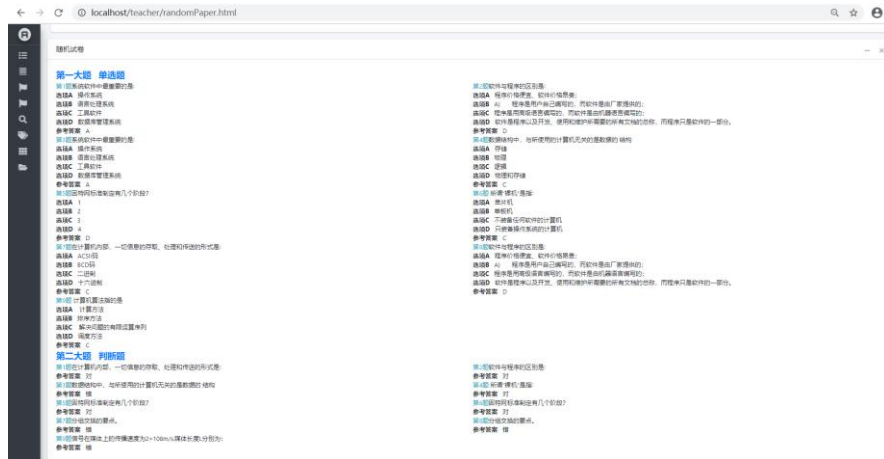


图 5-39 随机算法出卷-出卷结果图

随机算法采用的随机种子生成器的关键代码如图 5-40 所示：

```
/**
 * @Description 返回随机的数组集合 [0-problemSize] 中的problemNum个
 * @date 2020/3/14 17:51
 * @param problemSize 总数量
 * @param problemNum 要求数量
 * @return java.util.List<java.lang.Integer>
 */
private List<Integer> getRandomIdxList(int problemSize, int problemNum){
    List<Integer> problemSizeList = new ArrayList<>(problemSize);
    for (int i = 0; i < problemSize; i++){
        //初始化数组
        problemSizeList.add(i);
    }
    SecureRandom secureRandom = new SecureRandom();
    List<Integer> returnRandomIdxList = new ArrayList<>();
    for (int i = 0; i < problemNum; i++) {
        Integer randomIdx = problemSizeList.get(secureRandom.nextInt(problemSizeList.size()));
        problemSizeList.remove(randomIdx);
        returnRandomIdxList.add(randomIdx);
    }
    return returnRandomIdxList;
}
```

图 5-40 随机算法出卷-随机种子计算实现代码图

5.5.8 出卷算法（固定算法）功能实现

教师点击固定出卷，可以自己选定考试试题，选择试题之后，可以点击保存试卷。其固定出卷的实现图如图 5-41 所示：

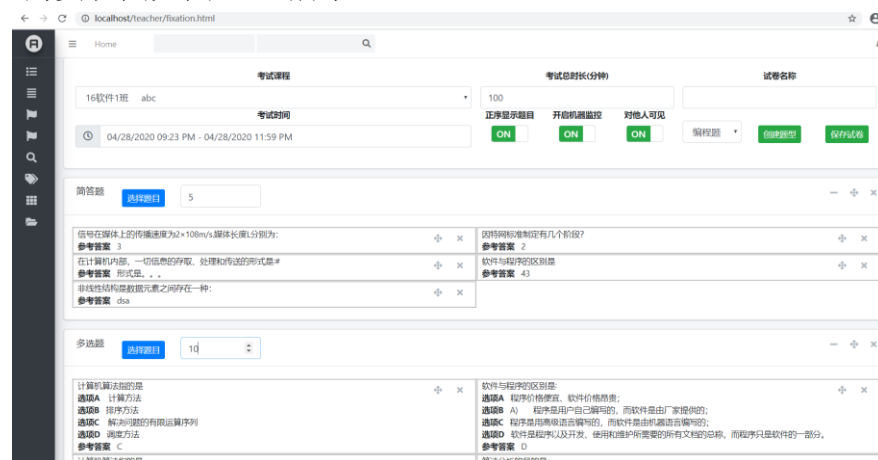


图 5-41 固定算法出卷-功能实现图

教师自主添加题目到所在题型的关键代码如图 5-42 所示:

```

if(fill_uid_List.includes(itm.uid)){
  $(document).Toasts('create', {
    class: 'bg-danger',
    autohide: true,
    title: '添加状态',
    body: "无法重复添加题目",
    width: "200"
  })
  return;
}
fill_uid_List.push(itm.uid);
$(document).Toasts('create', {
  class: 'bg-success',
  autohide: true,
  title: '添加状态',
  body: "添加成功",
  width: "200"
})
})
let filllistBody = "";
filllistBody += "<div class='col-6 nested-1' style='border: ridge;><span>"+itm.problem+"</span> "
  + "<button type='button' class='btn remove_Fill' uid='"+itm.uid+"' style='float: right;color: #adb5bd;'><i class='fa fa-times'></i></button> "
  + "<button type='button' class='btn ' style='float: right;color: #adb5bd;'><i class='fa fa-arrows-alt handle_Fill'></i></button><br>";
filllistBody += "<span class='text-bold'>参考答案</span>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;<span>"+itm.answer+"</span><br>";
filllistBody += "</div>";
$("#info_Fill").append(filllistBody);
new Sortable($("#info_Fill")[0], options: {
  group: "nested-Fill",
  animation: 150,//排序时间，毫秒
  handle: ".handle_Fill"
});
});
console.log(itm);

```

图 5-42 固定算法出卷-自主添加题目功能实现代码图

5.5.9 阅卷功能实现

教师在学生考完试之后，可点击阅卷进行阅卷，其实现如图 5-43 所示：

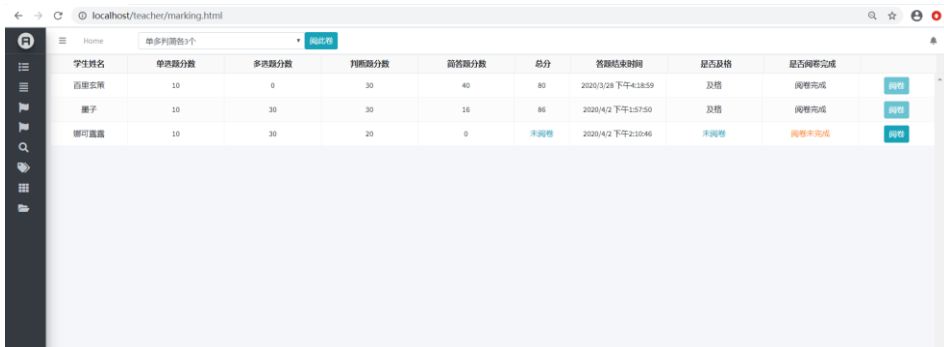


图 5-43 阅卷功能实现代码图

教师点击“阅卷”按钮，能够对试卷进行在线评阅，其实现如图 5-44 所示：



图 5-44 阅卷打分功能实现图

教师阅卷完成之后，可点击“提交阅卷结果”按钮提交成绩。

系统对编程题进行了在线编译运行并对比答案进行自动打分,对于编程题在线编

译运行的代码实现如图 5-45、5-46 所示：

```
public class CompilerUtil {
    private static ExecutorService pool = Executors.newCachedThreadPool();
    private static final RunInfo TIMEOUT = new RunInfo( true);
    public static RunInfo runMainMethod(String javaSourceCode, String ...runParams) {
        RunInfo runInfo;
        CustomCallable compilerAndRun = new CustomCallable(javaSourceCode,runParams);
        Future<RunInfo> future = pool.submit(compilerAndRun);
        try {
            runInfo = future.get();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
            return TIMEOUT;
        }
        return runInfo;
    }
}
```

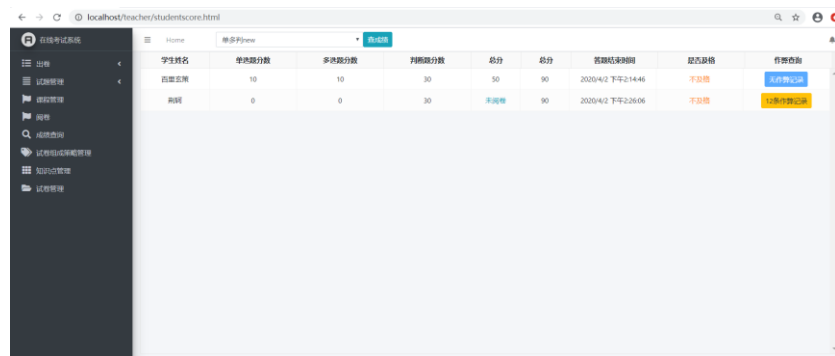
图 5-45 编译功能实现代码图（1）

```
private void realCall(RunInfo runInfo) {
    CustomJavaCompiler compiler = new CustomJavaCompiler( sourceCode: importStr+sourceCode);
    RunResultObj runResultObj = null;
    if (compiler.compiler()) {
        runInfo.setCompilerSuccess(true);
        try {
            for (String runParam : runParams) {
                runResultObj = new RunResultObj();
                //开始运行时间
                Long startRunTime = System.currentTimeMillis();
                //运行代码
                String runResult = compiler.runMainMethod(runParam);
                //终止运行时间
                Long stopRunTime = System.currentTimeMillis();
                runResultObj.setRunParam(runParam);
                runResultObj.setRunSuccess(true);
                runResultObj.setRunTakeTime(stopRunTime - startRunTime);
                runResultObj.setRunResult(runResult);
                runInfo.addRunResult(runResultObj);
            }
        } catch (InvocationTargetException e) {
            //反射调用异常了,是因为超时的线程被强制stop了
            if ("java.lang.ThreadDeath".equalsIgnoreCase(e.getCause().toString())) {
                runResultObj.setRunMessage("运行超时");
                return;
            }
        } catch (Exception e) {
            runResultObj.setRunSuccess(false);
            runResultObj.setRunMessage(e.getMessage());
        }
    } else {
        //编译失败
        runInfo.setCompilerSuccess(false);
    }
    runInfo.setCompilerTakeTime(compiler.getCompilerTakeTime());
    runInfo.setCompilerMessage(compiler.getCompilerMessage());
    //走到这一步代表没有超时
    runInfo.setTimeout(false);
}
```

图 5-46 编译功能实现代码图（2）

5.5.10 成绩管理功能实现

教师阅卷完成之后，可以点击成绩管理查询学生的成绩，其实现如图 5-47 所示：



学生姓名	单选题分数	多选题分数	判断题分数	总分	总分	考试结束时间	是否及格	操作
白富五	10	10	30	50	90	2020/4/2 下午2:14:46	不及格	查看详情
高富	0	0	30	未及格	90	2020/4/2 下午2:26:06	不及格	查看详情

图 5-47 成绩管理功能实现图

成绩查询界面，若该试卷开启了在线监考功能，且考生被抓拍到了作弊状态，则

教师可以查看该学生的作弊记录，其实现如图 5-48 所示：

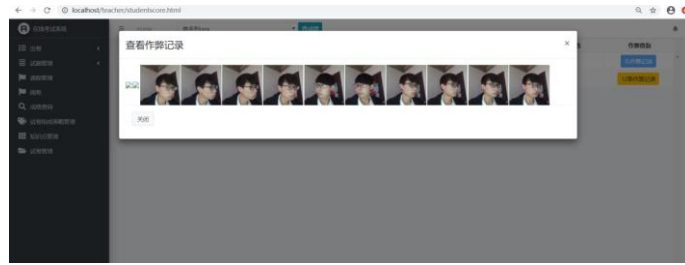


图 5-48 作弊信息查看实现图

5.6 学生模块功能实现

5.6.1 待考考试查询功能实现

学生登录自己的账号之后，可以查询自己所有的待考考试，其功能的具体实现如图 5-49 所示：

试卷	开考日期	结束日期	考试时间	考试课程	操作
20202020	2020/4/20 下午1:52:00	2020/4/20 下午11:59:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
999	2020/4/10 下午3:10:00	2020/4/10 下午11:59:00	100分钟	应用程序设计	查看详情
遗传算法出卷11	2020/4/10 下午3:02:00	2020/4/10 下午11:59:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
自定义出卷	2020/4/10 下午3:01:00	2020/4/10 下午11:59:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
英语试卷其中测试	2020/4/10 下午3:00:00	2020/5/20 下午11:00:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
在线监考测试卷	2020/4/9 上午10:50:00	2020/5/28 下午11:00:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
应用程序设计期中考试_7	2020/1/3 上午12:00:00	2020/11/20 下午3:45:00	100分钟	应用程序设计	查看详情
aaa	2020/1/3 上午12:00:00	2020/11/17 下午3:45:00	100分钟	应用程序设计	查看详情
单多判题各3个	2020/1/3 上午12:00:00	2020/11/21 下午3:45:00	100分钟	wwwd555d	查看详情
aaa	2020/1/3 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	应用程序设计	查看详情
应用程序设计期中考试_5	2020/1/2 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	应用程序设计	查看详情
应用程序设计期中考试	2020/1/1 上午12:00:00	2020/11/12 下午3:45:00	100分钟	应用程序设计	查看详情

图 5-49 待考考试查询功能实现图

5.6.2 在线考试功能实现

学生点击考试，可选择进行考试，考试界面的实现如图 5-50 所示：

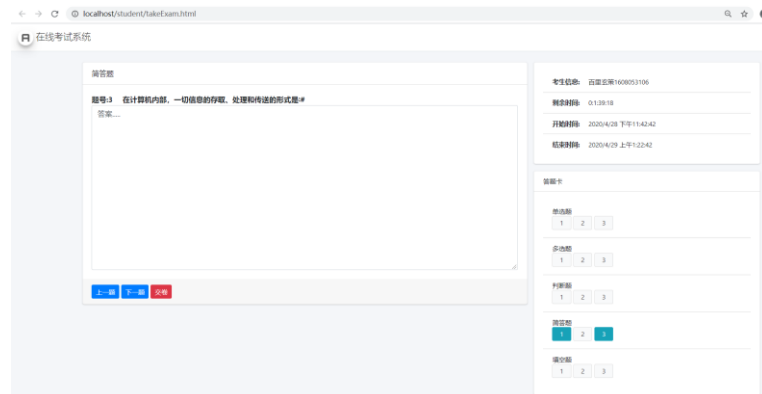


图 5-50 考试功能实现图

考生考试完成之后，可点击“交卷”按钮，进行交卷，其实现如图 5-51 所示：



图 5-51 交卷功能实现图

5.6.3 在线监考功能实现

考试参加的考试试卷若开启了在线监考功能，则考试时，系统将自动开启人脸监考功能，自动开启监考的代码如图 5-52、5-53 所示：

```
function openMedia() {
    let constraints = {
        video: { width: 300, height: 300 },
        audio: false
    };
    let promise;
    promise = navigator.mediaDevices.getUserMedia(constraints);
    promise.then((mediaStream : MediaStream) => {
        // mediaStreamTrack = typeof mediaStream.stop === 'function' ? mediaStream : mediaStream.getTracks()[1];
        mediaStreamTrack = mediaStream.getVideoTracks()[0];
        video.srcObject = mediaStream;
        video.play();
        // video.hidden;
    });
}
```

图 5-52 在线监考功能前端实现代码图（1）

监考功能采用了 WebSocket 技术，基于 Tcp 全双工协议进行传输，加快了数据在网络 IO 上的消耗，使用 WebSocket 发送照片的具体代码如下图所示：

```
function sendPhotoToServer() {
    startTime = new Date().getTime();
    let photo = getPhoto();
    websocket.send(photo);
}
```

图 5-53 在线监考功能前端实现代码图（2）

人脸图片经 WebSocket 传输之后，在服务器端经 WebSocket 接收，之后系统解析图片中的人脸姿态角信息，然后将姿态角信息返回到浏览器端，其具体的实现代码如图 5-54 所示：

```
@OnBinary
public void OnBinary(Session session, byte[] bytes) throws IOException {
    System.out.println("bytes长度:" + bytes.length);
    ByteArrayInputStream inputStream = new ByteArrayInputStream(bytes);
    FaceIdentityUtil videoFaceEngine = session.getAttribute( name: "videoFaceEngine");
    Long startTime = System.currentTimeMillis();
    List<Face3DAngle> face3DAngleList = videoFaceEngine.getFace3DAngle(inputStream);
    Long endTime = System.currentTimeMillis();
    System.out.println("人脸检测时间:" + (endTime - startTime));
    if (face3DAngleList.size() != 0) {
        session.sendText(JSON.toJSONString(face3DAngleList.get(0)));
    } else {
        session.sendText("没有检测到人脸");
    }
    saveZbImg(session, face3DAngleList, bytes);
}
```

图 5-54 在线监考功能后端实现功能图

5.6.4 查询成绩功能实现

学生考试完成之后，可以查询自己的考试成绩，查询成绩功能的实现如图 5-55 所

示:

试卷	单选题分数	多选题分数	填空题分数	简答题分数	判断分数	编程题分数	考生总分	试卷总分	答题结束时间	是否及格
aaa	0	0	0	0	0	0	0	25	2020/3/26 下午4:27:28	不及格
应用软件开发基础 中考试	5	0	0	0	0	0	5	25	2020/3/26 下午4:49:48	不及格
单多判案例3个	10	0	0	40	30	0	80	120	2020/3/28 下午4:18:59	及格
编程2	0	0	0	0	0	0	0	30	2020/4/1 下午11:34:23	不及格
单多判view	10	10	0	0	30	0	50	90	2020/4/2 下午2:14:46	不及格
编程测试题2题	0	0	0	0	0	19	19	30	2020/4/4 下午3:00:39	不及格
单多判案例编程 3个	10	0	13	15	20	19	77	180	2020/4/4 下午3:26:44	不及格
202002020	1	0	0	0	0	0	1	2	2020/4/20 下午1:53:59	不及格

图 5-55 成绩查询功能实现图

6 结论与讨论

经过四个月的开发,本系统的基本功能已全部实现,结合了多种算法做到了智能出卷,通过人脸识别技术实现了在线智能监考,体现了新式在线考试系统的优势。但由于个人的技术与个人能力的限制,系统整体还有许多不足之处,其中包括系统的抗压能力有待提高,还有就是不可抗因素的应对策略还需多加考虑,系统数据安全性也要做更多的优化。

6.1 系统创新点

(1). 遗传算法出卷

系统在智能出卷算法方面采用的是遗传算法,根据遗传算法的执行过程,对种群中个体适应度进行评估后选择,然后再进行交叉交配与变异,得到最后的最优解,这样得到的结果是经过选择的,相比起普通算法得到的结果来说是更优的。用遗传算法出卷,就是把各个试题不断组合后的得到新的试卷,该试卷重复率第,难度系数符合自定义的数值。从总体上看,以遗传算法组合出来的试卷,其信度、效度、难度、区分度都是符合出卷要求的,与人工出卷比起来可以说是更加先进与快速,优势也更加明显。

(2). 在线智能监考

智能化监考也将成为未来考试中的一种趋势,摒弃了传统考试中的人工监考的糟粕,监考部分以一种全新的姿态出现,人脸识别精准无误,对学生的考试状态已经考试时做出的动作都进行记录,方便日后对学生成绩有怀疑时能够做出正确的判定。智能监考启用后,教师可不必到现场进行监考,也不用组织多个教师集中安排监考,这样一来,就能省下不少的人力与时间成本,光是这一项,就能够减轻教师的不少负担,教师把不必亲自监考的这段时间用来做更多提升自我能力的事情,更加有益于教学质量的提高,这是一项十分有利的事情。

6.2 设计不足之处

- (1). 系统中所使用的服务器是 SpringBoot 内嵌式 Tomcat, 代码设计与实现中没有考虑到在线考试系统在考试期间所应承受的高并发压力, 当一场考试有较多的考生同时参加考试时, 系统很可能因无法承受巨大压力而宕机。
- (2). 学生参加带有在线监考功能的试卷时, 系统抓拍到的图片会保存到服务器所运行的主机的磁盘上, 并记录下图片地址在内存中, 只有当考生考完试之后, 系统才会将所有记录下的作弊图片保存到数据库中, 若考试因不可抗拒等因素结束考试, 系统将无法记录考生的作弊图片, 从而导致考试作弊的发生, 系统却不能及时有效的记录, 同时因为设计的问题, 教师也只能等考生考完试之后, 才能查看到学生的作弊记录。
- (3). 项目整体开发是基于前后端分离的思想, 项目几乎 100% 的请求都是返回 JSON 格式的数据, 但该数据是根据实体类的字段自动生成的, 导致有些字段的数据不应返回, 却被返回了, 比如当学生考试的时候, 将查询试题信息, 如果不做安全处理, 将会把试题内容连同试题答案一同返回到前端, 极大地违背了系统保密性的要求。

6.3 进一步改进的设想

对于系统无法承受高并发访问, 应学习 Nginx, 把对服务器的请求分发到多台服务器上, 让这些服务器可以并行运行, 提高服务器的承压能力。学生向服务器发起请求想要考试的时候, 系统做了一个预备工作, 将该试卷的详情内容加载到 Session 域中, 并将内容依据双链表的算法思想解析成一条题目与题目之间的双向关系, 这样才能很容易的根据一道题找出这道题的前一道题和后一道题。但现在的代码设计并没有将考试对该试卷的答案做预备工作, 从而导致监考模块只能将监考的数据先保存到内存中, 等考生考完之后, 才把早就赢预备的工作进行预备, 之后再吧数据保存到数据库, 因此系统应在此处进行环节优化, 合理的把控系统各个环节的流程, 合理的进行设计。系统有些 JSON 格式的数据, 因某些字段对保密性要求高, 不能随便返回到前端, 因此应深度学习 fastjson 包下的 API 方法, 严格控制返回到前端的 JSON 格式字段, 不能将一些保密性要求高的字段返回到前端。

6.4 经验与体会

经过这 4 个月的项目开发, 我学习到了很多项目开发经验。在学习 Spring Boot 与 Spring Security 框架知识的时候, 需要不断学习, 不断编写代码, 明白了光看是不可行的, 任何代码都需要自己手动去写, 才会明白代码设计的内涵。在设计实体类与数据库表的时候, 对于实体类之间属性的相互引用如何在数据库表中表达出来, 如何使数据库字段让设计者有更加清晰、明了的认识, 都有了更加透彻的理

解。

总的来说，这 4 个月不仅仅是开发一款项目这么简单，它更加让我体会到学习的路上永无止境，无论遇到什么困难，我们都不能轻易言败，对于将要毕业的我们，如果不能掌握一门专业技能，很有可能无法良好的融合到这个社会中，找不到理想的工作。在今后的日子中，无论是选择工作还是选择继续深造，我们都要活到老，学到老。

【参 考 文 献】

- [1] 李益骐. 远程教育在线考试阅卷系统的设计及其安全性[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2010, 40(02): 239-242.
- [2] Fayyoubi A, Zarrad A. Novel solution based on face recognition to address identity theft and cheating in online examination systems[J]. Advances in Internet of Things, 2014, 4(02): 5.
- [3] Pang H, Yang S, Bian L. A web services based online training and exam system[C]//2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. IEEE, 2008: 1-4.
- [4] Darong H, Huimin H. Realization and research of online exam system based on S2SH framework[C]//2010 International Conference on Web Information Systems and Mining. IEEE, 2010, 1: 396-399.
- [5] YANG Y, WANG H. Based on the Question Bank Self-adapted Online Exam System Analysis and Design [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2008, 4.
- [6] 杨伟海. 在线考试的智能题库管理系统的设计与实现[D]. 北京邮电大学, 2019.
- [7] 王宇. 试题库管理系统的设计与实现[D]. 南京理工大学, 2018.
- [8] Tufekci A, Ekinici H, Kose U. Development of an internet-based exam system for mobile environments and evaluation of its usability[J]. Mevlana International Journal of Education, 2013, 3(4): 57-74.
- [9] 吴晓龙. 基于微服务架构的在线学习系统设计与实现[D]. 山东师范大学, 2019.
- [10] 石慧升. 基于改进遗传算法的智能组卷系统的研究与实现[D]. 河北科技大学, 2019.
- [11] Song-zhao L A I. Research and realization of key technologies for an online exam system [J]. Journal of Minxi Vocational and Technical College, 2009, 3.
- [12] Annamalai P, Raju K, Ranganayakulu D. Soft Biometrics Traits for Continuous Authentication in Online Exam Using ICA Based Facial Recognition[J]. IJ Network Security, 2018, 20(3): 423-432.
- [13] Ramu T, Arivoli T. A framework of secure biometric based online exam authentication: an alternative to traditional exam[J]. Int J Sci Eng Res, 2013, 4(11): 52-60.
- [14] Himawan R, Kuruvalli B N. Single sign-on system and method: U.S. Patent 7,496,954[P]. 2009-2-24.

- [15] Bhat S, Ranganathan A, Allavarpu S. Web based applications single sign on system and method: U.S. Patent Application 10/128,415[P]. 2003-10-23.
- [16] Kuo Y C, Chen T Y, Tseng Y C, et al. Authority limit management method: U.S. Patent Application 11/455,766[P]. 2008-1-24.
- [17] Lambert C, Sponem S. Roles, authority and involvement of the management accounting function: a multiple case-study perspective[J]. European Accounting Review, 2012, 21(3): 565-589.
- [18] Wang H, Zhong R. Design and Implementation of Online Exam System Based on Data Mining[C]//2011 International Conference on Internet Computing and Information Services. IEEE, 2011: 207-209.
- [19] 胡汪静, 赵克华, 卢俊杰, 郭浩悦, 徐锋. 基于人脸识别的学生学情分析系统[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15 (07) :178-179+186.
- [20] Yu Y. Design of management information system for online police exam based J2EE[M]//Advances in Future Computer and Control Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012: 113-117.
- [21] 李今花. 基于遗传算法的 C 语言考试系统评分模块策略研究[J]. 科学大众(科学教育), 2019 (06) :177.
- [22] 刘丹. 保密在线学习考试系统的设计与实现[J]. 信息安全与通信保密, 2011 (08) :62-66.
- [23] 王烨. 保密业务考试系统设计与实现[D]. 华中科技大学, 2019
- [24] 刘金羽. 前后端分离的在线考试系统设计与实现[J]. 电脑编程技巧与维护, 2020 (04) :42-46.
- [25] 周奕. 运用人脸识别技术的宿舍门禁系统设计[J]. 信息系统工程, 2020 (02) :21-22.
- [26] 邓明学. 基于遗传算法的开放教育在线考试系统组卷实现[J]. 广西广播电视大学学报, 2019, 30 (02) :22-26.
- [27] 姚楠. 基于遗传算法和蚁群算法融合的在线测评系统[J]. 电子技术与软件工程, 2019 (14) :146-147.
- [28] 朱腾超. 基于遗传算法的在线考试系统设计与实现[D]. 电子科技大学, 2019.
- [29] 孙丽娜. 基于遗传算法的智能考试系统开发[J]. 现代信息科技, 2019, 3 (01) :83-85.
- [30] 师小霞, 李世豪. 遗传算法在组卷系统中的应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2018 (17) :25-26.
- [31] 丁立国, 熊伟, 周斌. Html5 WebScket 对 Web Map 实时通信的影响[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40 (07) :23-26.
- [32] <https://baike.baidu.com/item/%E9%A3%9E%E6%9C%BA%E5%A7%BF%E6%80%81%E8%A7%92/21517108?fr=aladdin>

致 谢

弹指一挥间，四年的大学时光在不知不觉中即将画上句号，那些学习时候的点点滴滴汇在一起，给我的人生画布添上了浓墨重彩的一笔。在校期间与老师跟同学们的相处，我变得更加坚强勇敢，这也使得我在即将毕业之际愈加不舍得他们。

都说一寸光阴，寸金难买寸光阴，在这四年的学习生活中，老师们跟同学们都给了我很大前进的动力，教给我许多人生的道理，正是因为他们的帮助，我在往后的单人旅途中能够更加从容面对各种困难与挑战，对此，我感激不尽。其中，陈长喜老师与甄爱军老师是我特别想感谢的老师，能够成为他们的学生，我倍感荣幸。我的导师——陈长喜老师，他是一位博学多识的教授，掌握了丰富的知识。感谢陈老师在我的学习上提供了全面的帮助，让我在学习中变得比以前更加细心与严谨，我知道，在学习上容不得一点马虎，要做一个心思缜密的人，才能走得更远。我一定谨听陈老师的教诲，在以后的工作中兢兢业业，脚踏实地。甄爱军老师是我的班主任，大学四年，幸得老师关照。我能逐步形成坚韧不拔、力争上游的优秀品质，与甄老师的引导是分不开的。甄老师就像黑夜里的一盏指路明灯，给我照亮了前进的道路。感谢甄老师细致入微的关怀，让我即使是远离家乡也能感受到如家般的温暖。还有就是要感谢那些跟我一同学习，一起克服困难的同学们了，在班级这个大家庭中，大家互相帮助、共同进退，我想，即使是多年以后，都还会记得留在心里的感动。最后要感谢的就是我的父母了，谢谢他们不辞辛苦的给我提供力所能及的帮助，在与困难做斗争时，我的父母给我支持与鼓励让我能够直面挑战，勇往直前。我会怀揣着大家的希望，更加努力的去拼搏，开创出自己的天地的！

附录 1: 相关英文文献

Novel solution based on face recognition to address identity theft and cheating in online examination¹

1. Introduction

Nowadays, e-learning systems have become vital components in the education and training domains. Several countries are attempting to overcome the Knowledge Divide. Through education and training, countries are able to develop the skills of their citizens, consequently bridging the Knowledge Divide within the country and with more developed ones. Success in the Knowledge Economy relies heavily on a qualified and skilled population, thus effective education and training systems are required. Simultaneously, Information and Communication Technologies (ICTs) continue to grow at a rapid pace and have changed the way people live, work, and learn. The integration of ICT tools in education and training has created new ways of delivering, accessing, and processing useful knowledge, as well as has provided support to knowledge sharing between different actors and to lifelong learning. In addition, technological development and the growth of the Internet have resulted in the emergence of e-learning as an important learning approach. E-learning provides innovative methods for educating people. Moreover, the e-learning market is expanding because of its many advantages over traditional education. E-learning is also highly flexible, scalable, employs a rapid learning method, less expensive, and proven to be effective compared with traditional education. In particular, the following are the three main drivers for the increasing global importance of e-learning: • Movement toward a knowledge-based economy; • Paradigm shift in education delivery; • Technological developments and Internet growth. The development of e-learning and online assessment systems is increasing rapidly, both globally and locally, with many universities and corporations investing significant capital in e-learning programs and initiatives. This growth is also reflected in the report by Ambient Insight, which was published in 2010, indicating that the e-learning market has reached US\$ 27.1 billion in 2009 and will surpass \$49.6 billion by 2014. The growth of the

¹Fayyoumi A, Zarrad A. Novel solution based on face recognition to address identity theft and cheating in online examination systems[J]. Advances in Internet of Things, 2014, 4(02): 5.

e-learning industry requires new services to ensure reliability and effectiveness of its systems, especially during the examinations process, by addressing the issue of cheating in online examinations and identity theft. E-learning is prospering on global and local levels. In Saudi Arabia, the government is focusing to the education sector in general and to e-learning in particular in responding to the increasing number of male and female students enrolled in educational institutions. Many universities in Saudi Arabia have already implemented e-learning systems and are offering distance learning courses and degrees. Thus, ensuring the reliability of e-learning systems, especially during examinations, is highly critical. Online examination cheating and identity theft should be considered, while the privacy of learners' data and more importantly, their images is guaranteed

2. E-Learning Systems

The Web is easy to use, easy to update, and is available worldwide. The Web is the driver of the knowledge economy and is therefore a natural vehicle for learning . Hall and Snider defined e-learning as synonymous to all computer-related applications, tools, and processes of learning and teaching . E-learning offers flexible learning anytime and anywhere. The increasing speed of the Internet, the growth of the World Wide Web, and the emergence of high-speed computers contribute to the availability of e-learning 24/7 and worldwide. Moreover, e-learners can access materials at any time and place convenient for them. E-learning has other advantages for learners, teachers, and instructional developers. Learners, for example, will benefit from their interaction with other students and with their instructors, and they can study at their preferred pace. Learners can also select the material they want or be directed to the content that meets their level of knowledge, interest, and needs. Furthermore, learners become responsible for their learning. Meanwhile, teachers can develop materials using online resources, and then publish them in many different ways such as text, images, video, audio, simulations, and games. Teachers will subsequently gain satisfaction through quality student participation. Finally, developers can develop detailed and standardized courses. E-learning allows developers to design the course and use it for multiple times by using learning objects. E-learning provides much enrichment to the many models, markets, interest groups, and different degrees of satisfaction in the educational process. E-learning technologies offer a potential for high-quality formative assessment. Online assessment provides dynamic visuals, sound, user interactivity, adaptation to

individual learners, and almost real-time score reporting, thus expanding examination options beyond the limitations of traditional tests . Learner assessments are undoubtedly essential in the educational process. Examination scores inform the instructor on whether a student's progress is satisfactory or not. Online assessment systems provide instructors with many advantages, such as the creation of online examinations within a short time, administration of the examination through the computer, easy monitoring of answers during the examination, fast access to examination results without spending time on evaluation and correction, and easy calculation of the trends of the examination results. In addition, online examinations benefit learners by allowing them to not be physically present at a given location to take an examination, and the results can be made available to them immediately. In online examinations, learners should register their names and passwords. The examination items will then be generated by the test bank according to the parameters set by the instructor. The items in online assessments are usually true/false and multiple choice questions, as well as involves reordering/rearrangement (matching, categorization, ranking, and others), completion, concept maps, and essays. Examination questions will appear on the screen, and then each learner will start answering them through his/her computer. At the end of the time limit, the examination will stop and the score will appear. The learner will then obtain the test results immediately.

3. Online Assessment Reliability

Security issues of e-learning systems have been discussed by many researchers . Online examination is a challenge for e-learning security . Currently, online assessments are mostly conducted at specific examination centers and require supervision mainly because, if administered in unsupervised locations, learners may acquire assistance from others to improve their examination results or have another individual take the examination for them. In such cases, instructors will become uncertain on who answered the examination questions, which conflicts the flexibility advantage of online education. Therefore, despite the expansion of the e-learning market locally and globally, a problem remains, especially with off-site examinations. Failure to verify the learners attending an examination is a major challenge in online learning environments. Very little attention has been given in solving the problem of learners' unethical conduct. Moreover, many researchers criticized current e-learning systems for not focusing on the authentication of learners, particularly those who

engage in online quizzes and examinations . McGinity noted that biometrics has replaced the conventional password systems . Another study highlighted the importance of detection mechanisms beyond the initial access to the e-learning system . Therefore, a system must be developed to ensure that the person taking an examination is the student enrolled in the course. Yang and Verbauwheide suggested that biometrics systems provide better security than password systems . Moreover, Hugl highlighted many technologies related to security that have not been used in e-learning . These technologies include biometrics technologies that are increasingly becoming essential in a number of applications. Biometric authentication is the automatic recognition and identification of learners by using their physiological characteristics such as voice, hand geometry, fingerprints, and facial images. Generally, biometric authentication requires comparison of the stored data against the captured data. No perfect biometric system that fits all needs has so far been created. All known systems have their advantages and disadvantages. A few studies had focused on improving e-learning security using biometric systems, but a limited number of them addressed the issue of continuous user authentication. In a recent study, Flior and Kowalski discussed a method for providing continuous biometric user authentication in online examinations via keystroke dynamics . However, keystroke biometrics has its disadvantages, such as the major differences that can occur over time as a result of changes in typing pattern, tiredness of the hands after a period of typing, and improvement of skills. In line with the previously mentioned concept, researchers are presently looking for the best biometric authentication method that will help validate the identification of the learner attending the examination and that will ensure that he/she is the same person as the one registered in the course without compromising his/her privacy. Face recognition systems are human-friendly because they require no contact and no additional hardware (given that most PCs and laptops come with a camera). More importantly, face recognition systems can be used for the continuous authentication of the learner during the entire examination period.

4. Prototype Development: The Proposed Solution

Face recognition technologies operate by scanning the person's face and matching it with the stored image. The face recognition biometric system is a system that records distinguished facial features and stores the template in a server. In scanning the face, the camera identifies facial features and transmits the signal to the server where the scanned

features are processed for matching (See Figure 1). Facial recognition identifies key features from the facial image. The system detects the face and captures image(s) of facial features that do not change over time, while avoiding those that change, such as facial expressions or hair. The first step in face recognition is the detection of the face in the image. Yang and his colleagues evaluated the main methods used for face detection, namely, knowledge-based method, appearance-based approach, feature invariant method, and template-matching method. The second step is the conduct of several approaches to model and recognize the facial image, such as direct correlation, elastic graph matching, neural networks, principal component analysis (PCA), and multiresolution analysis . The proposed examination system includes the development of a test bank on a specific field. The test bank contains a variety of question items (e.g., matching, ranking, essay, categorization, multiple-choice items, and true/false questions). These questions are classified into three difficulty levels: easy, moderate, and difficult. In designing the test, the instructor can specify the number of test questions, types of questions, and the difficulty associated to each question. The system will then automatically generate a random set of questions based on the criteria specified by the instructor. Therefore, each learner will receive a different set of questions but with the same difficulty level. The instructor is also allowed to design a new question and specify its difficulty. The newly formulated questions will be stored in the database and then added into the test bank. At the end of the examination time or after completing the test, the score and time spent by each learner during the examination will appear. The database will also save other data related to the registered users or learners, including profiles and images. The face recognition system is integrated in the online assessment tool to identify and verify the learners allowed to access the exam and to continuously validate the learner's identity until the end of the examination. Specifically, during registration in the course (when used as part of an e-learning system) or for an examination, images of learners, in addition to other required data, are captured and stored in the database. Captured images are encrypted to protect learners' privacy. During examination time, the learner's identity is verified for attendance in the examination and is monitored by comparing the captured images with the one stored in the database. Figure 2 shows an overview of the proposed system architecture. In addition, to address the issue of cheating in online examination systems, continuous checking is implemented, as shown in Figure 3. In the said figure, the learner is captured

looking at the screen (left), reading (middle), and looking at an adjacent learner's PC (right). In the two-second video taken during the examination period, the images in the video are compared with each other to verify if the learner was looking somewhere else other than his/her screen. If, for all images within the two seconds, the learner was not looking at the screen and therefore was not focused in solving the examination questions, he/she will be warned by a change in background color, as shown in Figure 4. Failed authentication will also be made visible to the learners by the change in background color. If the authentication failure continues for more than a few seconds, the system will stop and perform collaborative verification. In this stage, the system will ask the user to put his/her face in an appropriate position to capture a new image. If the error is repeatedly encountered, the examination will not be administered for suspected cheating.

附录 2：英文文献中文译文

基于面部识别的新颖解决方案，可解决在线考试中的身份盗用和欺诈行为²

1. 介绍

如今，电子学习系统已成为教育和培训领域的重要组成部分。一些国家正在努力克服知识鸿沟。通过教育和培训，各国能够发展其公民的技能，从而弥合国内和更发达的国家之间的知识鸿沟。知识经济的成功在很大程度上取决于合格的技术人才，因此需要有效的教育和培训系统。同时，信息和通信技术（ICT）继续快速增长，并改变了人们的生活，工作和学习方式。信息通信技术工具在教育和培训中的整合创造了新的方式来提供，获取和处理有用的知识，并为不同参与者之间的知识共享和终身学习提供了支持。此外，技术发展和互联网的发展导致电子学习作为一种重要的学习方法而出现。电子学习为人们提供了创新的教育方法。此外，由于其比传统教育有很多优势，因此电子学习市场正在扩展。电子学习还具有高度的灵活性，可扩展性，采用了一种快速学习的方法，价格较低，并且与传统教育相比被证明是有效的。特别是，以下是电子学习在全球范围内日益重要的三个主要驱动力：向知识型经济过渡；教育教学方式的转变；技术发展和互联网发展。电子学习和在线评估系统的开发在全球和全球范围内都在迅速增长，许多大学和公司电子学习计划和计划上投入了大量资金。这种增长也反映在 Ambient Insight 的报告中，该报告于 2010 年发表，该报告表明，电子学习市场在 2009 年已达到 271 亿美元，到 2014 年将超过 496 亿美元。电子学习行业的发展需要新的服务，以解决在线考试中的作弊和身份盗用问题，从而确保其系统的可靠性和有效性，尤其是在考试过程中。电子学习在全球和地方各级都在蓬勃发展。在沙特阿拉伯，政府将重点放在整个教育领域，尤其是电子学习上，以应对越来越多的在教育机构就读的男女学生。沙特阿拉伯的许多大学已经实施了电子学习系统，并提供远程学习课程和学位。因此，特别是在考试期间，确保电子学习系统的可靠性至关重要。应考虑在线考试作弊和身份盗用，同时确保学习者数据（更重要的是，他们的图像）的隐私。

2. 电子学习系统

² Fayyumi A, Zarrad A. 一种基于面部识别的新颖解决方案，用于解决在线考试系统中的身份盗用和欺诈行为[J]. 计算机应用, 2006, 26 (5): 840-840 物联网进展, 2014, 4 (02): 5.

该网络易于使用，易于更新，并且在全球范围内都可以使用。网络是知识经济的驱动力，因此是学习的自然工具。Hall 和 Snider 将电子学习定义为所有与计算机相关的应用程序，工具和学与教过程的同义词。电子学习可让您随时随地灵活学习。Internet 的增长速度，万维网的增长以及高速计算机的出现促进了 24/7 和全球范围内电子学习的可用性。此外，电子学习者可以在任何时间和地点方便地访问资料。电子学习对学习者的教师和教学开发人员还有其他优势。例如，学习者将从与其他学生和与老师的互动中受益，他们可以按照自己喜欢的速度学习。学习者还可以选择他们想要的材料或将其定向到满足其知识，兴趣和需求水平的内容。此外，学习者对自己的学习负责。同时，教师可以使用在线资源来开发教材，然后以许多不同的方式来发布它们，例如文本，图像，视频，音频，模拟和游戏。随后，教师将通过优质的学生参与获得满意的服务。最后，开发人员可以开发详细的标准化课程。电子学习允许开发人员通过使用学习对象来设计课程并多次使用。电子学习为教育过程中的许多模式，市场，兴趣群体和不同程度的满意度提供了丰富的知识。电子学习技术为高质量的形成性评估提供了潜力。在线评估提供了动态的视觉效果，声音，用户交互性，对单个学习者的适应性以及几乎实时的分数报告，从而将考试选项扩展到了传统考试之外。在教育过程中，学习者评估无疑是必不可少的。考试分数会告知教师学生的学习进度是否令人满意。在线评估系统为教员提供了许多优势，例如在短时间内创建在线考试，通过计算机管理考试，在考试期间轻松监控答案，无需花费时间进行评估和更正即可快速访问考试结果，并轻松计算检查结果的趋势。此外，在线考试还可以使学习者不在实际位置上参加考试，从而使他们受益，并且可以立即将结果提供给他们。在在线考试中，学习者应注册他们的姓名和密码。然后，测试库将根据讲师设置的参数生成检查项目。在线评估中的项目通常是对/错和多项选择题，并涉及重新排序/重新安排（匹配，分类，排名等），完成，概念图和论文。试题将出现在屏幕上，然后每个学习者将开始通过他/她的计算机回答它们。在时限结束时，考试将停止并显示分数。然后，学习者将立即获得测试结果。

3. 在线评估的可靠性

许多学习者已经讨论了电子学习系统的安全性问题。在线考试是电子学习安全的一项挑战。当前，在线评估主要在特定的考试中心进行，并且需要进行监督，这主要是因为，如果在不受监督的位置进行管理，学习者可能会从他人那里获得帮助以改善他们的考试结果，或者让另一个人来进行考试。在这种情况下，讲师将不确定谁回答了试题，这与在线教育的灵活性优势冲突。因此，尽管在本地和全球范围内扩展了电

子学习市场,但仍然存在一些问题,尤其是在异地考试方面。在网上学习环境中,无法验证参加考试的学习者是一个重大挑战。解决学习者不道德行为的问题很少受到关注。此外,许多研究人员批评当前的电子学习系统没有集中在学习者的认证上,特别是那些参加在线测验和考试的学习者。McGinity 指出,生物识别技术已经取代了传统的密码系统。另一项研究强调了检测机制的重要性,这些机制不仅限于最初访问电子学习系统。因此,必须开发一种系统以确保参加考试的人是该课程的学生。Yang 和 Verbaauwhede 提出,生物识别系统比密码系统提供更好的安全性。此外,Hugl 强调了许多与安全相关的技术,这些技术尚未在电子学习中使用。这些技术包括生物识别技术,这些技术在许多应用中变得越来越重要。生物特征认证是利用学习者的生理特征(例如语音,手形,指纹和面部图像)自动识别和识别学习者。通常,生物特征认证要求将存储的数据与捕获的数据进行比较。到目前为止,还没有创建能够满足所有需求的完美的生物识别系统。所有已知的系统都有其优点和缺点。少数研究集中在使用生物识别系统提高电子学习安全性上,但是有限的研究解决了连续用户身份验证的问题。在最近的研究中,Flori 和 Kowalski 讨论了一种通过击键动力学在在线检查中提供连续生物识别用户身份验证的方法。但是,击键生物识别技术有其缺点,例如随着打字方式的变化,随着一段时间的打字后手的疲劳以及技能的提高,随着时间的流逝可能会出现重大差异。与前面提到的概念一致,研究人员目前正在寻找最佳的生物特征认证方法,该方法将有助于验证参加考试的学习者的身份,并确保他/她与课程中所注册的人相同。损害他/她的隐私。人脸识别系统是友好的,因为它们不需要接触且不需要其他硬件(假设大多数 PC 和笔记本电脑都带有相机)。更重要的是,人脸识别系统可以在整个考试期间用于学习者的连续认证。

4. 原型开发: 建议的解决方案

面部识别技术通过扫描人的面部并将其与存储的图像进行匹配来进行操作。面部识别生物特征识别系统是记录区别的面部特征并将模板存储在服务器中的系统。在扫描脸部时,相机会识别出脸部特征并将信号传输到服务器,然后在服务器上处理扫描的特征以进行匹配。面部识别可从面部图像中识别关键特征。该系统检测面部并捕获不会随时间变化的面部特征的图像,同时避免面部表情或头发等变化的特征。面部识别的第一步是检测图像中的面部。Yang 及其同事评估了用于面部检测的主要方法,即基于知识的方法,基于外观的方法,特征不变方法和模板匹配方法。第二步是进行多种建模和识别面部图像的方法,例如直接相关,弹性图匹配,神经网络,主成分分析(PCA)和多分辨率分析。拟议的考试系统包括在特定领域开发测试库。试题库包


含各种问题项（例如，匹配项，排名，文章，分类，多项选择项和是非题）。这些问题分为三个难度级别：容易，中等和困难。在设计测试时，讲师可以指定测试问题的数量，问题的类型以及与每个问题相关的难度。然后，系统将根据讲师指定的标准自动生成随机问题集。因此，每个学习者将收到不同的问题集，但难度级别相同。还允许教师设计一个新问题并指定其难度。新制定的问题将存储在数据库中，然后添加到测试库中。在考试时间结束或完成考试后，将显示每个学习者在考试中花费的分数和时间。该数据库还将保存与注册用户或学习者有关的其他数据，包括配置文件和图像。面部识别系统集成在在线评估工具中，用于识别和验证允许参加考试的学习者，并持续验证学习者的身份，直到考试结束。具体而言，在课程注册期间（当用作电子学习系统的一部分时）或用于考试时，除其他必需数据外，还将捕获学习者的图像并将其存储在数据库中。捕获的图像经过加密以保护学习者的隐私。在考试期间，将验证学生的身份以参加考试，并通过将捕获的图像与数据库中存储的图像进行比较来对其进行监控。图 2 显示了所建议的系统架构的概述。另外，为了解决在线考试系统中的作弊问题，实现了连续检查，如图 3 所示。在该图中，捕获了学习者的内容是查看屏幕（左），阅读（中）和查看相邻学习者的 PC（右）。在检查期间拍摄的两秒钟视频中，将视频中的图像相互比较，以验证学习者是否在看屏幕以外的其他地方。如果对于两秒钟内的所有图像，学习者没有看着屏幕，因此没有集中精力解决考试问题，则将通过背景颜色的变化来警告他（她）。通过背景颜色的变化，学习者也可以看到它们。如果身份验证失败持续超过几秒钟，则系统将停止并执行协作验证。在此阶段，系统将要求用户将其面部放在适当的位置以捕获新图像。如果反复遇到错误，则不会对可疑作弊进行检查。

天津农学院毕业设计（论文）成绩评审表

论文题目	基于 JavaWeb 技术的在线考试系统的设计与实现		
学生姓名	王震	二级学院、系别、专业班级	计算机与信息工程学院、软件工程、软件专业 4 班
综 合 评 价			分数 (百分制)
<p>指导教师评语：选题符合专业培养目标，具有应用价值及一定创新性。王震同学查阅文献与自学习能力较强，采用的技术路线具有一定难度，如在组卷算法中采用遗传算法等算法来实现，具有较高的学术研究参考价值；毕业设计过程中态度认真，工作量大；程序运行正确，功能完备，系统实现过程中能够综合运用所学知识，可以看出该同学在毕业设计过程倾注了大量时间与精力；论文格式正确、书写规范、图表准确、语言较流畅。</p> <p>签字：_____ 日期：2020 年 6 月 2 日</p>			99
<p>评阅教师评语：</p> <p>该学生对在线考试系统进行研究，研究内容符合当前线上教学要求，具有积极的实践意义。论文选题符合软件工程专业教学培养目标，研究思路比较清晰，语句基本通顺，层次分明，观点表达正确。查阅与参考的文献资料与主题结合紧密。论文基本上反映出学生的叙述能力、撰写能力，实现了毕业设计的目的。</p> <p>签字：张万潮 日期：2020 年 6 月 2 日</p>			95
<p>答辩委员会（或答辩小组）评语：</p> <p>该生能较好地运用所学理论和专业知识，按期圆满地完成任务书所要求的设计内容和毕业论文，有一定的独立工作能力。毕业设计正确，分析合理，条理分明，文字通顺，图表规范，论文格式符合要求。该生在答辩过程中，思路清晰，表达流畅；回答问题概念清楚，能正确回答答辩委员提出的主要问题。答辩委员会认为该生已具备本科生毕业水平，一致同意通过该生的毕业论文答辩。</p> <p>签字：_____ 日期：2020 年 6 月 2 日</p>			96
综合评定分数 (X)	96	等 级	优
<p>二级学院毕业论文工作领导小组组长审核意见：</p> <p>领导小组组长签字（公章）：_____ 日期：20__年__月__日</p>			

注： 1. 此表一律评语、签字和成绩均用蓝黑签字笔或钢笔填写；
2. 成绩等级：X≥90 为优，89≥X≥80 为良，79≥X≥70 为中，69≥X≥60 为及格，59≥X 为不及格。

天津农学院本科生学位论文检测结果审核表

学号	1608054401	姓名	王震
教学单位	天津农学院	专业	软件工程
学士学位论文题目：基于 JavaWeb 技术的在线考试系统的设计与实现			
论文文字重复情况检测结果：		1.9 %	(检测报告粘贴处)
<p>1. 针对论文文字重复情况，本人已采取的措施及必要的说明（无须说明的请填写“无”）： 无</p> <p>2. 本人郑重声明：本学位论文中，不存在伪造或夸大研究成果的行为，除特别加以标注和致谢的地方外，不包含他人的研究成果，也不包含本人为获得天津农学院或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料，且他人的贡献已明确进行了说明并表示谢意。</p> <p style="text-align: right;">学生（签字）：王震</p> <p style="text-align: right;">2020 年 5 月 17 日</p>			
<p>1. 指导教师关于论文文字重复情况的说明（无须说明的请填写“无”）： 无</p> <p>2. 指导教师声明：本人已对论文认真审核，同意学生的上述声明。若本论文将来被查出存在剽窃、造假等学术不端行为，本人愿意承担相应责任并按照相关规定接受处理。</p> <p style="text-align: right;">指导教师（签字）：</p> <p style="text-align: right;">2020 年 5 月 17 日</p>			
<p>系审核意见：</p> <p>同意。</p> <p style="text-align: right;">负责人（签字）：</p> <p style="text-align: right;">2020 年 5 月 17 日</p>			
<p>教学单位学术委员会意见：</p> <p style="text-align: center;">学术委员会主任（签字并加盖单位公章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			

注：本表作为学生毕业设计（论文）材料附页归学院档案室存档备案。