

基于知识图谱的信号与系统课程在线学习系统

杨宜晨, 张玉彬, 易颖, 覃业梅*

湖南工商大学智能工程与智能制造学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2023年2月20日; 录用日期: 2023年3月22日; 发布日期: 2023年3月31日

摘要

信号与系统是电子专业类的学生必备的知识基础, 目前, 一般学生对于学习信号与系统课程都有知识点多、相互逻辑关系紧密、数学基础要求高等困难, 这在一定程度上导致学习效率下降, 学习效果变差。知识图谱以结构化方式显式地表达知识节点及相互间的语义关系, 为梳理知识之间的相互关联性提供了有效途径。鉴于此, 本项目拟基于知识图谱设计信号与系统的在线学习系统, 利用知识图谱的知识关联性建立信号与系统课程知识库, 不但能有效合理地管理各章的学习资料, 快捷地梳理各章节相关信息, 便于学生对课程进行系统地学习, 并对已学知识点掌握情况做到一目了然, 能大大提高学习效率。

关键词

线上学习, 知识图谱, 网页设计

Online Learning System of Signal and System Course Based on Knowledge Graph

Yichen Yang, Yuchen Zhang, Ying Yi, Yemei Qin*

School of Intelligent Engineering and Intelligent Manufacturing, Hunan University of Technology and Business, Changsha Hunan

Received: Feb. 20th, 2023; accepted: Mar. 22nd, 2023; published: Mar. 31st, 2023

Abstract

Signal and system is an essential knowledge base for students majoring in electronics. At present, general students have difficulties in learning signal and system courses, such as many knowledge points, close logical relationship with each other, and high requirements for mathematical foundation, which to some extent leads to the decline of learning efficiency and the deterioration of

*通讯作者。

learning effect. Knowledge maps explicitly express knowledge nodes and semantic relationships among them in a structured way, which provides an effective way to sort out the interrelationships among knowledge. In view of this, this project plans to design an online learning system of signal and system based on knowledge map, and establish the knowledge base of signal and system course by using the knowledge relevance of knowledge map, which can not only manage the learning materials of each chapter effectively and reasonably, but also sort out the relevant information of each chapter quickly, which is convenient for students to study the course systematically, and make it clear at a glance what they have learned, thus greatly improving the learning efficiency.

Keywords

Online Learning, Knowledge Map, Web Design

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

信号与系统课程是一个电子相关专业学生必不可少的课程。长期以来,学习信号与系统课程一般都采用传统的分散学习,不能将各章知识点进行系统组合。这种学习方式存在着许多缺点,如效率低。另外,随着时间的推移,学生在学习之后的内容会将前面的知识部分遗忘。鉴于此,非常有必要设计和开发一个涵盖面全、简单易用的信号与系统课程在线学习系统。

通用知识图谱比较著名的有 Freebase、DBpedia、Wikidata、YAGO2、百度“知心”、搜狗“知立方”等等,在金融、医疗、情报等领域知识图谱也有相应的行业应用。在众多研究中我们发现,知识图谱以结构化方式显式地表达知识节点(包括概念、实体等)及相互间的语义关系,从文本和数据互联走向知识互联,形成大数据环境下的知识服务,可为知识互联奠定扎实的基础[1]。另外,以知识图谱为基础的分块学习系统尚未存在。

实际调研过后,我们发现如今在线的学习平台的模式大多是简单概述了一下这个课程,然后将该课程基于章节进行分块,甚至把这门课程随意分块、乱分块[2]。一些老师甚至只顾着跟着教材走,自己讲的一些知识都不能相互联系在一起,让学生们一下子接触过多的新概念。这样做让学生迅速理解显然是不现实的,这也只会导致学生的学业负担越来越严重[3]。由此可见,他们更需要一种合理分类的学习方式。

这就让我们的在线学习系统有机会来帮助学生来学习这门课程,掌握这门课程。我们设计此学习系统,是将当今已有的前端性技术与之结合起来、将在线课堂注意力评测系统技术与我们的课程视频学习情况相结合,反映出平台的实际效果,进一步完善、优化我们的学习系统[4] [5]。同时,我们也参考了国内对《信号与系统》课程的优质教学方法(“混合式教学,实现理论与实践一体化”、“自主学习复合模式”、“团队学习方法”……)来帮助构建模型,分解知识点,分析知识点的关联性,基于本体构建知识库,制定针对性学习方案。

对于课程在线学习系统,市面上已经有许多软件公司推出产品来搭建课程学习管理平台,目前网易与高教社携手推出的中国大学 mooc 在线学习平台、北京超星尔雅教育科技有限公司推出的超星尔雅平台、由“高等学校本科教学质量与教学改革工程”支持建设的爱课程网高等教育课程资源共享平台,这

些软件的高校用户正在逐年增多。但已有学习系统也存在如下问题：

- 1) 学习模式简单，效率低；
- 2) 师生之间缺乏有效的交流渠道。

为此，本文基于 Java 开发软件，设计、开发一个针对某一专业的全面的教学管理平台，教师可在平台提交、查找、更新和维护学习资料、教师教学资料以及发布公告，方便教师的操作和与学生之间的沟通；管理员可以帮助教师对学生信息进行管理，节省教师精力与时间；学生登录后可以知识图谱辅助学习、疑难问题留言，加强了知识关联性和师生之间的联系，提高了学习效率。

2. 系统需求分析

该学习系统应能通过知识图谱向学生提供一个更高效的学习方式，在学习过程中安排测试环节，便于教师了解学生学习情况，能合理管理学生信息，减轻老师负担，并提供师生交流途径，更有利于教学，综合来看，系统需要实现以下功能：

- 1) 系统分学生用户、教师用户和管理员，不同的用户可使用功能不同；
- 2) 教师用户可以添加、删除教师信息，查看和管理学生信息；
- 3) 教师用户可以上传和下载自己的学习资料，浏览其他教师用户上传的资料，发表公告以及留言；
- 4) 学生用户可以进行信息修改；
- 5) 学生用户可以观看学习内容，利用知识图谱提高学习效率，进行小结测试以及问题留言；
- 6) 管理员使用功能与教师相同。

所需技术有：MySQL 数据库技术[6]，JSP 技术，JDBC 技术等[7]。

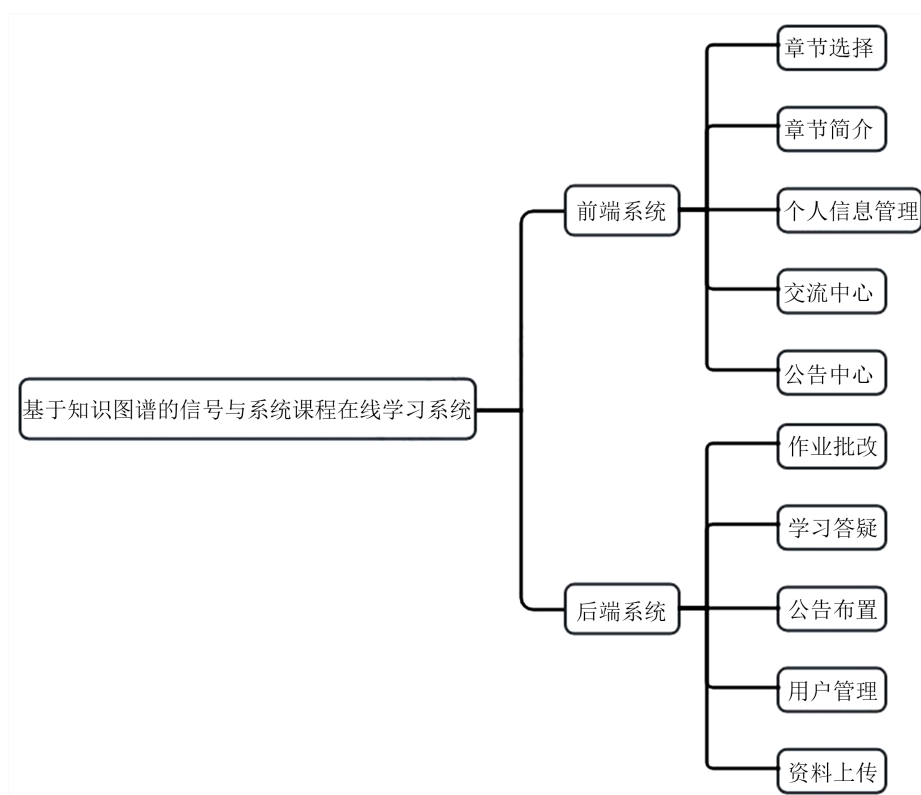


Figure 1. System function module diagram

图 1. 系统功能模块图

3. 系统功能

3.1. 系统功能模块设计

基于知识图谱的信号与系统课程在线学习系统分为两个部分，面向普通学生的前台系统和面向方便管理学生信息的后台系统。前台主要是用于给想要对信号与系统的学生提供一些有用的信息和一些强大的功能，章节选择和简介、个人信息管理、阶段测试、相互交流以及可以进行登录注册这几个模块。后台系统主要是管理员对学生信息的一些相关操作，比如作业批改、学习答疑、作业布置、公告布置、资料上传、用户管理、作业管理。功能模块如图 1 所示。

3.2. 数据库设计

本文采用 MySQL 数据库，它是一种关系型数据库管理系统，关系型数据库将数据分别保存在不同的表中，而不是都放在一个内，具备体积小、效率高、简单易用等特点[8]。

基于知识图谱的信号与系统在线学习系统开发涉及到了许多的实体，主要包括作业信息、注册信息、教师信息、用户信息、管理员信息。分析各实体，找出其需要的信息，构建实体数据结构图。如图 2~7 所示。



Figure 2. Entity diagram of user information
图 2. 用户信息实体图

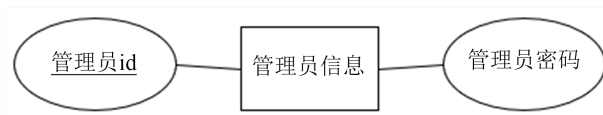


Figure 3. Entity diagram of institution introduction
图 3. 机构介绍实体图

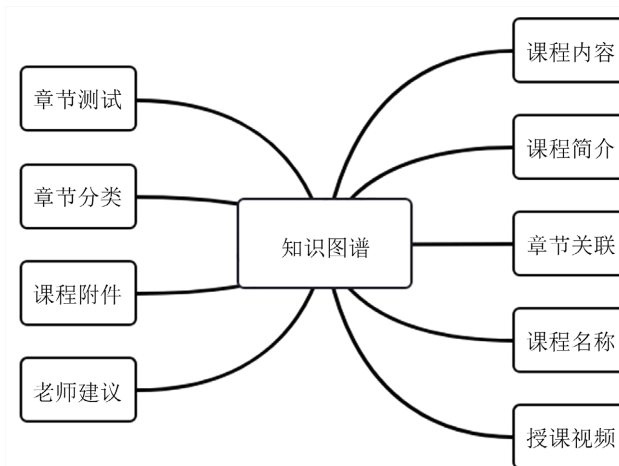


Figure 4. Knowledge map information entity diagram
图 4. 知识图谱信息实体图

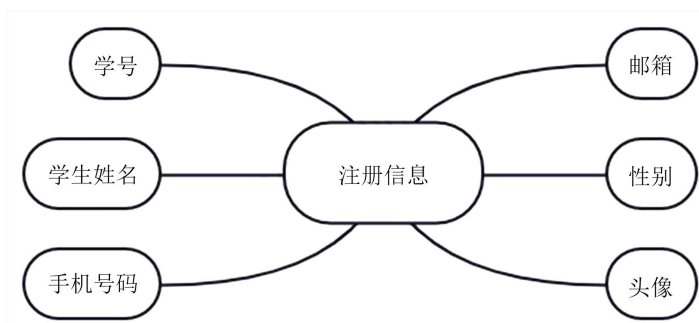


Figure 5. Entity diagram of registration information

图 5. 注册信息实体图

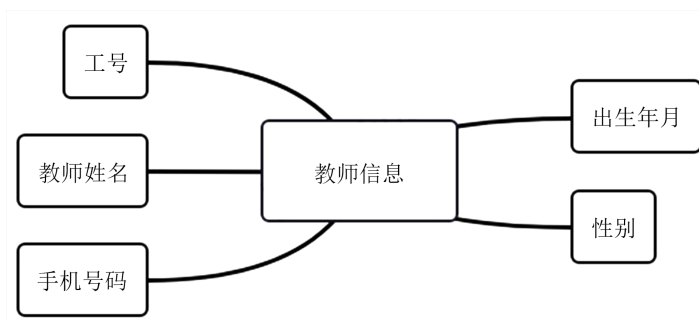


Figure 6. Entity diagram of teacher information

图 6. 教师信息实体图



Figure 7. Entity diagram of payment information

图 7. 缴费信息实体图

3.3. 数据库表设计

统涉及到的实体都有相对应的数据库表。数据库表主要是用于对不同实体数据的区分还有对数据的保存。主要涉及表有用户信息表、留言记录信息表、作业信息表、消息回复信息表、作业上传信息表等。

1) 用户信息表，表名为 user，主要有用户 id、用户密码、性别、学号、班级、头像文件名、积分这几个字段，如表 1 所示。

2) 留言记录信息表，表名为 text，主要有教师 id 和管理员密码这两个字段，如表 2 所示。

3) 作业信息表，表名为 teacher，主要有用户 id、作业等级、作业名称、文件路径、用户名、章节所属这几个字段，如表 3 所示。

4) 消息回复信息表，表名为 response，主要有发送者 ID、接收者 ID、发送内容、消息主题，这几个字段，如表 4 所示。

5) 作业上传信息表，表名为 student，主要有用户 id、用户名、上传内容、上传文件、上传老师姓名、作业主题这几个字段，如表 5 所示。

Table 1. User information table**表 1.** 用户信息表

| 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 字段含义 | 备注 |
|----------|---------|-----|------|-------|----|
| Id | int | 0 | 否 | 用户 id | 主键 |
| Password | varchar | 255 | 否 | 用户密码 | |
| name | varchar | 255 | 否 | 用户姓名 | |
| sex | varchar | 255 | 否 | 性别 | |
| Id_name | varchar | 256 | 否 | 学号 | |
| class | varchar | 255 | 否 | 班级 | |
| icon | varchar | 255 | 否 | 头像文件名 | |
| sum | varchar | 255 | 否 | 积分 | |

Table 2. Administrator information table**表 2.** 管理员信息表

| 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 字段含义 | 备注 |
|-----------|----------|-----|------|------|----|
| Username | varchar | 255 | 否 | 用户名 | |
| text | varchar | 255 | 否 | 发布内容 | |
| Text_time | datetime | 0 | 否 | 发布时间 | |

Table 3. Job information table**表 3.** 作业信息表

| 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 字段含义 | 备注 |
|-----------|---------|-----|------|-------|----|
| id | int | 0 | 否 | 用户 ID | 主键 |
| Title | varchar | 255 | 否 | 作业名称 | |
| detail | varchar | 255 | 否 | 作业内容 | |
| File_path | varchar | 255 | 否 | 文件路径 | |
| username | varchar | 255 | 否 | 用户名 | |
| subject | varchar | 255 | 否 | 所属章节 | |

Table 4. Message reply information table**表 4.** 消息回复信息表

| 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 字段含义 | 备注 |
|---------|---------|-----|------|--------|----|
| send | int | 10 | 否 | 发送者 ID | |
| recv | varchar | 255 | 否 | 接收者 ID | |
| text | varchar | 255 | 否 | 发送内容 | |
| teacher | varchar | 255 | 否 | 发送者 ID | 外键 |
| student | varchar | 255 | 否 | 接收者 ID | 外键 |
| Title | varchar | 255 | 否 | 消息主题 | |

Table 5. Teacher information table
表 5. 教师信息表

| 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 字段含义 | 备注 |
|--------------|---------|-----|------|--------|----|
| id | int | 10 | 否 | 用户 ID | 主键 |
| username | varchar | 255 | 否 | 用户名 | |
| text | varchar | 255 | 否 | 上传内容 | |
| file | varchar | 255 | 否 | 上传文件 | |
| Teacher_name | varchar | 255 | 否 | 上传老师姓名 | |
| title | varchar | 255 | 否 | 作业主题 | |

3.4. 各功能模块的实现

1) 系统目录结构

系统目录存放的是控制层、业务层、界面层的各种 .Java 和 .jsp 以及 .xml 等这些文件，目录中主要的包及其作用如表 6 所示。

Table 6. System directory structure table
表 6. 系统目录结构表

| 包名 | 功能描述 |
|--------------------------------|------------------------------|
| Src.main.java.com.dcxm.dao | 存放底层访问数据库的接口 JAVA 文件 |
| Src.main.java.com.dcxm.bean | 存放系统所需的实体类 |
| Src.main.java.com.dcxm.service | 存放各个实体相关业务的接口 JAVA 文件 |
| Src.main.java.resources | 存放 SSM 框架所需的各种配置文件 |
| Src.main.java.com.dcxm.mapper | 存放访问数据库增删改查的 mapper 配置文件 |
| Src.main.java.Webapp | 存放公用的 jsp 文件 |
| Src.main.java.Webapp | 存放 bootstrap 框架中的 js、css 等文件 |

2) 系统数据库连接

系统采用 Druid 进行数据库的连接，在文件 jdbc.properties 中配置数据库连接的基本信息，然后在 Spring 的配置文件中，配置数据源。核心代码如下：

```
driver=com.mysql.jdbc.Driver
url=jdbc:mysql://localhost:3306/dx?useUnicode=true&characterEncoding=UTF-8&useSSL=false
username=root
password=123456
initialSize=0
maxActive=20
maxIdle=20
minIdle=1
maxWait=60000
```

4. 系统功能模块的测试

4.1. 系统测试概述

系统测试的目的主要是验证系统的功能和性能是否满足设计要求,发现系统的实际应用效果是否与系统定义相符合。系统测试对象主要是针对系统程序本身,对系统程序进行打开、登录、刷新等连接及导入导出、修改、删除、检索查询等全部功能模块进行测试。系统测试包括白盒测试和黑盒测试两个测试。

白盒测试把测试对象看做一个透明的盒子,测试人员必须了解程序的内部结构和处理过程,相比于功能测试的黑盒测试而言,白盒测试是结构测试,被测对象是源代码,以程序的内部逻辑为基础设计测试用例[9]。

黑盒测试很多时候也叫功能测试,在 B/S 架构软件中黑盒测试主要对 Web 页面中的链接、表单测试[9]。

4.2. 系统测试用例

系统模块众多,以注册模块为例。测试用例是基于判定节点给出的条件,选择合适的数据来保证某一条路径被测试到。表的 a、b、c、d、e 分别代表用户名、密码、电话号码、安全问题、安全答案。具体如表 7。

Table 7. Registration module test case table

表 7. 注册模块测试用例表

| Path | 输入数据 | 预期结果 | 测试结果 |
|------|--|------------|------------|
| 1 | a=null, b, c, d, e 随意 | 提示用户名不能为空 | 提示用户名不能为空 |
| 2 | a!=null, b=null, c, d, e 随意 | 提示密码不能为空 | 提示密码不能为空 |
| 3 | a!=null, b!=null, c=null, d, e 随意 | 提示电话号码不能为空 | 提示电话号码不能为空 |
| 4 | a!=null, b!=null, c!=null, d=null, e 随意 | 提示学号不能为空 | 提示安全问题不能为空 |
| 5 | a!=null, b!=null, c!=null, d!=null, e=null | 提示邮箱不能为空 | 提示安全答案不能为空 |
| 6 | a!=null, b!=null, c!=null, d!=null, e!=null, c.length()!=11 | 提示电话号码格式不对 | 提示电话号码格式不对 |
| 7 | a!=null, b!=null, c!=null, d!=null, e!=null, a exist, c.length()==11 | 提示用户已经存在 | 提示用户已经存在 |
| 8 | a!=null, b!=null, c!=null, d!=null, b=c, a not exist, c.length()==11 | 注册成功 | 注册成功 |

4.3. 系统界面展示

学生用户、教师用户以及管理员的登录界面为同一界面,如图 8 所示,登录相应身份的账号获取对应的信息。对于首次进入系统的学生用户可以点击注册跳转至注册界面进行账号注册。

信息管理页面主要是有三个方面的功能,如最新的公告浏览,查询消息,和留言,这是前端系统的重点功能,能让学生和学校学生之间,老师与学生更好的沟通。页面设计如图 9 所示。

课程知识图谱简介模块主要是为了给用户展示信号与系统每个知识点的基本信息以及学习资料,章节测试等信息能让用户更好的学习信号与系统课程。页面设计如图 10 所示。

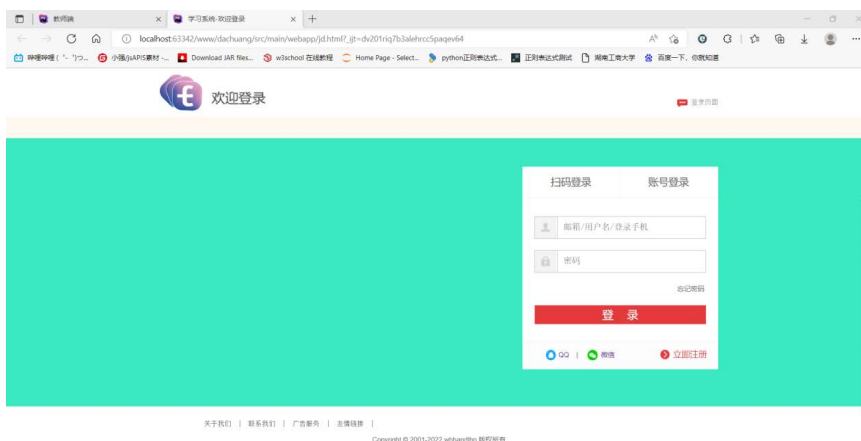


Figure 8. Login module diagram
图 8. 登录模块图



Figure 9. Information management module diagram
图 9. 信息管理模块图

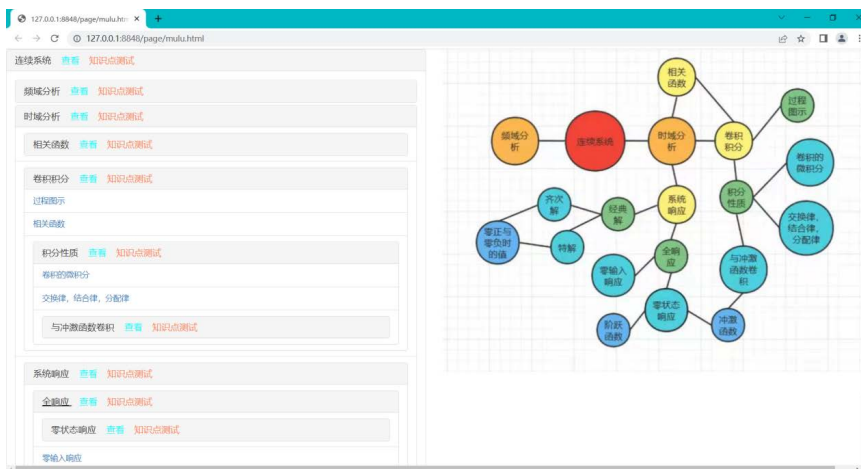


Figure 10. Introduction module diagram of knowledge map
图 10. 知识图谱简介模块图

作业管理页面可以让教师端用户对已经发布的作业进行操作。其中包括查看全部已经提交的作业还有对已经提交的作业进行批改的操作。还可以通过编辑文字达到发布公告的效果。页面设计如图 11 所示。

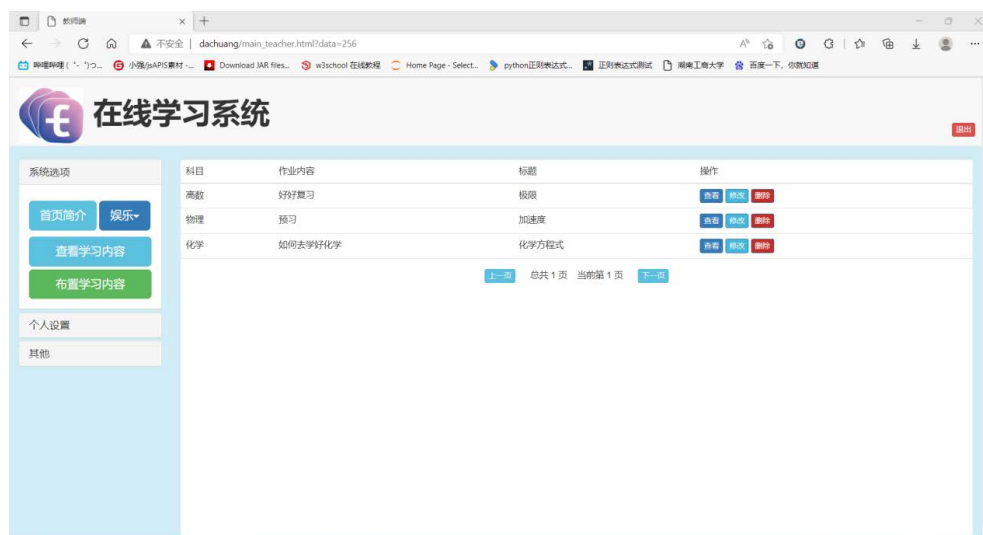


Figure 11. Job management module diagram

图 11. 作业管理模块图

5. 总结

基于知识图谱的信号与系统课程在线学习系统有别于过去传统的线下学习模式的培训方式，它做到了将传统教育与新兴互联网技术相结合，有效的促进了相关课程的学习与发展。通过对本系统的开发和设计，我得出的结论是：

1) 该项目利用知识图谱能表达知识节点间的关联性的特点，基于知识图谱构建信号与系统课程的在线学习系统，设计课程的在线学习网络平台、建立课程知识库及各知识点的学习资源库。用户可以通过平台清楚了解自己所学知识点的具体资料以及前述知识、后续知识及应用，做到有的放矢。

2) 系统采用分层结构，entity 层，mapper 层，servlet 层，将数据层，业务逻辑层，控制层分隔开来，提高了编程的工作效率，大大降低了耦合性，有利于系统后期维护。本系统还整合了 MVC，使编程变得更加快速，也让底层代码变得整洁漂亮。

3) 实现管理员上传学生信息附件及教师上传论文附件的主要功能，如何实现平台内教师及管理员可上传 PDF、Word、Excel 文件及视频等学习资料，且学生可将资料下载至本地学习。设计前端界面做到方便简洁，设计出具有良好交互性，用户体验良好的前端页面。

基金项目

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目(S201910554019, S202010554027)；湖南省大数据技术与国际科技创新合作基地(2018WK4030)。

参考文献

- [1] 周贞云, 邱均平. 中图分类号的学科应用及其可视化——以我国知识图谱研究为例[J]. 现代情报, 2022, 42(5): 3-12+68.
- [2] 姜楠, 曾祥跃. 终身一体在线学习系统建构的路径与机制[J]. 中国成人教育, 2022(3): 3-7.

-
- [3] 陈秉达, 陈世国, 李莉. 大数据背景下在线学习发展性评价系统设计[J]. 科教导刊, 2022(1): 10-12.
- [4] Harijanto, B., Apriyani, M.E. and Hamdana, E.N. (2021) Design Online Learning System for Kampus Merdeka: A Case Study Web Programming Course. *International Journal of Education and Management Engineering*, **11**, 1-9. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2021.06.01>
- [5] 李曼. 逻辑覆盖法教学过程的分析与设计[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2021, 34(8): 52-54.
- [6] 欧阳桂秀. 基于 Java 和 MySQL 的数据库管理系统的设计与实现[J]. 信息记录材料, 2022, 23(9): 240-242.
- [7] 张景辉. 基于 Java 的数据库开发技巧[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(33): 68-69.
- [8] Zmaranda Doina, R., Moisi Cristian, I., Györödi Cornelia, A., Györödi Robert, S. and Bandici, L. (2021) An Analysis of the Performance and Configuration Features of MySQL Document Store and Elasticsearch as an Alternative Backend in a Data Replication Solution. *Applied Sciences*, **11**, 11590. <https://doi.org/10.3390/app112411590>
- [9] 妥泽花. 基于黑盒测试与白盒测试的比较探究[J]. 电子世界, 2021(11): 55-56.