

2020 届硕士专业学位论文

分类号: _____

学校代码: 10269

密 级: _____

学 号: 63154501406



華東師範大學

East China Normal University

硕士专业学位论文

MASTER'S DISSERTATION

论文题目: 高职院校就业推荐系统 的设计与实现

院 系: 软件工程学院

专业学位类别: 工程硕士

专业学位领域: 软件工程

论文指导教师: 肖波, 副研究员

论 文 作 者: 彭子珊

2020 年 05 月 10 日

East China Normal University

Title:Design and Implementation of Employment Recommendation System in Higher Vocational Colleges

Department:	<u>School of Software Engineering</u>
Type:	<u>Master of Engineering</u>
Domain:	<u>Software Engineering</u>
Supervisor:	<u>Bo Xiao, Associate Professor</u>
Candidate:	<u>Zishan Peng</u>

May , 2020

华东师范大学学位论文原创性声明

郑重声明：本人呈交的学位论文《高职院校就业推荐系统的设计与实现》，是在华东师范大学攻读硕士/博士（请勾选）学位期间，在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示谢意。

作者签名： 彭子珊

日期：2020年 5月 10日

华东师范大学学位论文著作权使用声明

《高职院校就业推荐系统的设计与实现》系本人在华东师范大学攻读学位期间在导师指导下完成的硕士/博士（请勾选）学位论文，本论文的研究成果归华东师范大学所有。本人同意华东师范大学根据相关规定保留和使用此学位论文，并向主管部门和相关机构如国家图书馆、中信所和“知网”送交学位论文的印刷版和电子版；允许学位论文进入华东师范大学图书馆及数据库被查阅、借阅；同意学校将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于（请勾选）

（ ）1. 经华东师范大学相关部门审查核定的“内部”或“涉密”学位论文*，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（☒）2. 不保密，适用上述授权。

导师签名

叶波

本人签名

彭子珊

2020年 5月 10日

* “涉密”学位论文应是已经华东师范大学学位评定委员会办公室或保密委员会审定过的学位论文（需附获批的《华东师范大学研究生申请学位论文“涉密”审批表》方为有效），未经上述部门审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权）。

彭子珊 硕士学位论文答辩委员会成员名单

姓名	职称	单位	备注
曹奇英	教授	东华大学	主席
李钦	副教授	华东师范大学	
周俊	副教授	华东师范大学	

内容摘要

随着我国高校毕业生的增加，就业问题一直困扰着社会、高校以及毕业生。“毕业等于失业”这一现象在毕业季普遍存在，为了解决当前高职院校毕业生的就业问题与很好地缓解当前就业的压力，本文将设计一款以协同过滤算法为基础的高职院校就业推荐系统，实现为毕业生和企业提供双向推荐，有效地缓解当前毕业生就业难的现状。

高职院校就业推荐系统使用 J2EE 架构分层次的形式进行开发，有利于降低系统开发周期和耦合度，与此同时还能够提高代码的利用率。通过调查问卷以及实地访谈等方式，深入了解到高职院校用户和企业用户对该系统的需求，并进行了功能需求用例分析，确定了本次系统的几大功能，即个人中心、简历中心、招聘中心、就业推荐、视频面试、后台管理等功能模块，并实现这些功能，有效地满足系统中各类用户的需求，即一方面可以为学生推荐就业岗位，另一方面还可以为用人单位推荐优秀的毕业生，实现双向推荐。这一过程引入了协同过滤推荐模型，通过计算学生求职意向以及岗位的任职要求相似度来实现推荐，从而有效缓解毕业生的就业压力，并提高高职院校毕业生的就业率。最后对系统进行编码实现以及测试。本文的创新之处主要在于设计了就业推荐功能模块，其中使用协同过滤推荐模型为毕业生和企业的 HR 进行职位与毕业生的推荐，有效地缓解了毕业生就业和企业 HR 招聘的压力。

系统的设计符合当前教育改革背景下，推进高职院校数字化进程以及加强校企合作的理念，不管是对于高职院校而言，还是对于用人单位而言，都具有十分重要的意义，高职院校可以有效的提高毕业生的就业率，用人单位也可以通过该系统来招聘优秀的毕业人才，从而实现多方面的共赢。

关键词：高职院校系统，协同过滤，推荐算法

ABSTRACT

With the increase of college graduates in China, the employment problem has been perplexing the society, colleges and graduates. "Graduation is equal to unemployment" is a common phenomenon in the graduation season. In order to solve the employment problem of the current graduates of Higher Vocational Colleges and relieve the pressure of the current employment, this paper will design a employment recommendation system of Higher Vocational Colleges Based on collaborative filtering algorithm, which can provide two-way recommendation for graduates and enterprises, and effectively alleviate the current situation of difficult employment for graduates.

The employment recommendation system of higher vocational colleges is developed in the form of J2EE architecture, which is conducive to reducing the development cycle and coupling degree of the system, and at the same time, it can improve the code utilization. Through the way of questionnaire and field interview, we have a deep understanding of the needs of Higher Vocational College users and enterprise users for the system, and make use case analysis of the functional requirements, and determine the major functions of the system, namely, personal center, resume center, recruitment center, employment recommendation, video interview, background management and other functional modules, and achieve these functions, effectively meet the needs of the Department The demand of all kinds of users in the system, on the one hand, can recommend jobs for students, on the other hand, can recommend excellent graduates for employers, and realize two-way recommendation. In this process, collaborative filtering recommendation model is introduced to realize recommendation by calculating the similarity of students' intention to apply for jobs and job requirements, so as to effectively alleviate the employment pressure of graduates and improve the employment rate of graduates in higher vocational colleges. Finally, the system is coded and tested. The innovation of this paper mainly lies in the design of the employment recommendation function module, in which the collaborative filtering recommendation model is used to recommend jobs and graduates for graduates and enterprises' HR, which effectively alleviates the pressure of graduates' employment

and enterprise HR recruitment.

The design of the system is in line with the current education reform background, promoting the digital process of Higher Vocational Colleges and strengthening the concept of school enterprise cooperation, which is of great significance for both higher vocational colleges and employers. Higher vocational colleges can effectively improve the employment rate of graduates, and employers can also recruit excellent graduates through the system, So as to achieve a win-win situation in many aspects.

Keywords: *[Higher vocational college system] [collaborative filtering]*
[recommendation algorithm]

目 录

1 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.2.1 国外研究现状.....	2
1.2.2 国内研究现状.....	3
1.3 研究意义.....	4
1.4 主要研究内容.....	4
1.5 本文主要组织结构.....	5
2 系统开发相关技术概述.....	7
2.1 J2EE 体系框架.....	7
2.1.1 J2EE 体系架构.....	7
2.1.2 SSH 技术框架.....	8
2.2 JAVA 开发语言.....	9
2.3 协同过滤推荐算法.....	10
2.3.1 学生协同过滤推荐算法.....	10
2.3.2 职位协同过滤推荐算法.....	11
2.3.3 组合推荐算法.....	13
2.4 本章小结.....	13
3 系统需求分析.....	14
3.1 系统可行性分析.....	14
3.2 系统角色分析.....	15
3.3 系统功能需求分析.....	16
3.3.1 个人中心功能的需求分析.....	16
3.3.2 招聘中心功能的需求分析.....	17
3.3.3 简历中心功能的需求分析.....	18

3.2.4 就业推荐功能的需求分析.....	19
3.2.5 视频面试功能的需求分析.....	21
3.2.6 后台管理功能的需求分析.....	22
3.4 系统性能需求分析.....	23
3.5 本章小结.....	24
4 系统设计.....	25
4.1 系统总体架构设计.....	25
4.2 系统功能设计.....	26
4.2.1 个人中心功能设计.....	26
4.2.2 简历中心功能设计.....	27
4.2.3 招聘中心功能设计.....	28
4.2.4 就业推荐功能设计.....	30
4.2.5 视频面试功能设计.....	32
4.2.6 后台管理功能设计.....	33
4.3 协同过滤推荐算法设计.....	36
4.3.1 协同过滤推荐算法缺陷.....	36
4.3.2 协同过滤算法改进.....	36
4.3.3 用户与职位评分相似度计算.....	38
4.3.4 协同过滤推荐算法类图.....	42
4.4 系统数据库设计.....	43
4.4.1 E-R 图.....	43
4.4.2 数据库表设计.....	44
4.5 本章小结.....	46
5 系统实现.....	47
5.1 系统开发环境构建.....	47
5.1.1 软硬件环境要求.....	47
5.1.2 系统开发工具介绍.....	47

5.2 系统主要功能的实现.....	48
5.2.1 用户登录功能的实现.....	48
5.2.2 个人中心功能的实现.....	49
5.2.3 简历中心功能实现.....	50
5.2.4 招聘中心功能实现.....	53
5.2.5 就业推荐功能实现.....	54
5.2.6 视频面试功能实现.....	56
5.2.7 后台管理功能实现.....	58
5.3 本章小结.....	58
6 系统测试.....	59
6.1 系统测试环境.....	59
6.2 系统功能测试.....	59
6.3 系统性能测试.....	63
6.4 本章小结.....	65
7 总结.....	66
7.1 总结.....	66
7.2 展望.....	67
参考文献.....	68
致 谢.....	73

1 绪论

1.1 研究背景

随着我国高等院校规模的不断壮大，高校的招生人数也逐步增多，每年毕业季都会有大批的毕业生涌入招聘市场，如何解决大学生就业问题，是我国急需处理的重大问题之一。在大学生之间流传着这样的说法：“毕业等于失业”。提升大学生的就业率，不仅是国家需要考虑的问题，高校同样也需要保证学生的就业率。但是随着我国高等学校的办学规模的不断扩大，每年毕业生的数量也相应增加。与此同时我国经济高速发展，大批企业也获得一定的发展，不管是人才需求方面，还是招聘岗位上的数量均有所增多。对于毕业生而言，如何从众多的招聘中，谋求到一份适合自己的职位需要筛选大量数据，这一过程中需要花费大量的时间和精力。对于招聘单位而言，从几百万的毕业生中招聘适合岗位的毕业人才，也需要花费大量的时间和精力进行筛选，增加了人力资源师的工作压力。而且企业进行招聘是一个长期而又漫长的过程，在实际中往往缺乏优秀的人才^[1-2]。因此不管是对于毕业生而言，还是对于企业而言，求职和招聘都面临着一定的困难。

对于高职院校而言，毕业生就业率是高职院校教学质量的重要评价标准之一，因此每当毕业季高职院校都会与企业积极进行合作，在学校举办招聘会，或者是招聘的宣讲等等，提升毕业生的就业率。虽然说院校的一部分毕业生能够顺利的找到工作，但是也有一部分毕业生并不能很好的找到适合自己的工作，针对目前高职院校毕业生就业率不良的现状，院校毕业生管理处提出了使用现代化的技术手段，即通过构建招聘信息平台来增加学生的就业率，从而缓解当前高职院校毕业生的就业压力和困难。

利用计算机技术和互联网技术将高职院校毕业生与招聘单位的信息收集起来，一方面便于学生收集招聘单位的招聘信息，另一方面也能够帮助招聘企业人力资源师招聘人才，而这样的方式得益于信息技术的发展与普及^[3]。在教育改革和毕业生就业压力大的背景下，高职院校需要建立就业推荐平台，

既可以让毕业生充分展示自己的才能，让企业招聘人员了解，另一方面招聘单位也可以在该系统中发布招聘岗位，与此同时还能够经过系统查看求职的毕业生，寻找适合自己企业的人才缓解了对人才的需求。除此以外，推荐系统还能够为学生推荐适合的岗位，也能够为招聘单位推荐优秀的毕业生^[4-5]。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

由于欧美的发达国家的科技革命要早于我国，因此在信息发展方面的应用，也比我国更加的广泛和深入，将科技的力量应用于校园系统是促进教育发展的重要环节。美国在2010年，就陆续搭建了适合该国高校的校园系统，如哈佛等大学。通过创建自己的校园移动APP，实现了线上的学习、导航以及娱乐等^[6-8]。经过了11年的发展，美国众多的高校已经应用了校园管理系统，对学校相关的工作起到很好地辅助作用。与此同时随着时代的进步和科技的发展，学校使用的校园管理系统与时俱进的更新系统软件和硬件设备，除此以外随着教育模式的概念和系统用户的需求，系统的功能也会相应扩展，使系统更加的完善。经过了长时间的发展，目前校园系统已经能够为学校的师生提供了极大的便利，因此深受师生的欢迎^[9-10]。

针对高校毕业生就业方面，西方发达国家已经应用了就业网站，通过线上进行求职与招聘来实现就业和招聘。通过对文献进行梳理可知，目前该系统基本上都是以B/S架构为基础，最终实现在WEB端^[11-13]。并没有一个系统专门针对就业来设计实现。除此以外，涉及到就业相关的系统对就业信息的处理，大都是发布、查看与检索，并未有系统可以通过匹配学生简历与招聘单位发布的职位信息进行匹配，从而实现相应的推送与推荐^[14-15]。经过了一段时间的发展，国外已经开始使用移动招聘系统，但不是以高校为背景，往往是第三方的招聘机构进行开发。虽然能够针对求职人员和招聘单位做到信息的匹配，但是并不是专门针对高校毕业生而设计的就业平台，与高职院校就业推荐存在一定偏差。考虑到中国与国外的国情不同，直接进行引进国外先进的系统，存在一定的局限性，如环境不匹配、维护高等。而本课题以我国

高职院校为背景及响应国家教育改革，设计出一款缓解我国毕业生就业压力的推荐系统，既可以为毕业生推荐就业岗位，也可以为企业推荐优秀的毕业人才解决企业急缺人才的需求。

1.2.2 国内研究现状

尽管我国信息科技的发展要晚于西方发达国家，但是随着近几十年的发展，也取得了一定的成果。在国家提倡的教育改革背景下，各个高校也都开始应用信息技术，改变传统的教育方式与教学模式，通过自主研发软件项目，促进学校数字化进程已经有了一些成果^[16-17]。最具有代表性是在2011年，复旦大学通过自主研发的“i复旦”系统。学校师生能够利用系统，线上进行阅读、了解学校班车的信息，极大的方便了师生的日常生活，在复旦大学中进行应用备受学生和教师的青睐^[18-19]。

2007年，“易班”项目部研发开始，开发团队是由上海的高校大学生组成，设计该软件项目要应用于学校，目的是为学校提供教育教学和生活服务，与此同时用户还能够利用系统进行交流，项目研发成功后在上海市的一些高校上线并应用，通过反馈得到的信息可知该系统开发，不管是在功能上还是在性能上表现良好，取得了一致好评^[20]。经过在上海市进行阶段性试验后，“易班”软件项目在2016年在其他地区也得到了推广。教育部以高校师生使用系统的反馈结果为基础，将该项目评定为2016年中的推动我国高校信息化进程的重点工作之一^[21]。

目前我国大部分的高等院校已经应用信息化技术，推动了学校的数字化进程，主要以学校的互联网为基础，结合高校现有的软件和硬件设备，对学校师生的数据进行信息化管理。进行信息化的管理与共享可以有效的优化管理模式，避免出现信息孤岛等现状。当然，目前我国高校的信息化建设远远不够，随着时代的发展需要进一步的推进数字化和信息化的进程。不同高校的教学理念和管理人员不同，存在不同的侧重点。通过梳理国内有关高职院校就业方面的系统来说，我国在这一方面的研究虽然取得了一定成果，但是针对数据爆炸的时代来说，并不能满足当前企业和毕业学生的需求。大学生

毕业求职大多是利用智联、前程无忧等第三方平台实现^[22-24]。虽然说目前已经有一些高校开始自主研发就业管理系统，但是并未实现真正意义上的推荐，往往是对毕业生的一些信息去向的进行统计与管理，并未对毕业生就业提供较好的帮助。虽然说市面上已经上线了通用型的就业系统，但是由于系统功能模块较多，并没有对就业与推荐进行针对性的设计，因此在功能方面极其有限^[25-27]。考虑到以上原因，本文将结合第三方招聘平台的优势，就就业推荐这一模块进行详细的设计。通过设计与实现系统，从而实现为毕业生推荐就业岗位和为招聘企业推荐毕业优秀人才等目的。通过这样的方式来减少，因为筛选信息，造成的人力和物力的损耗，增加信息的共享与利用度，最终达到缓解就业压力的目的。

1.3 研究意义

高职院校就业推荐系统的设计与实现具有理论和实际两个方面的意义。

（1）在理论方面

在本文的职位推荐功能模块中引入了协同过滤算法，通过这种分类层次算法将系统中的职位采用簇的形式进行细分，最终实现职位与学生的高度匹配，从而使得职位推荐能够具有针对性以及准确度，该算法在系统中的实现与应用对于同类推荐系统而言具有一定的借鉴意义。

（2）现实意义

本文所研究的高职院校就业推荐系统，在功能设计上从用户的实际需求出发，为解决某高职院校就业问题而设计。职位推荐和视频面试等功能模块的设计与实现，能够极大的提高高职院校就业管理的效率，能够加快高职院校毕业生就业。对于高职院校就业工作而言具有重要的现实意义。同时系统的开发与实施也是高职院校信息化发展过程中迈出的重要一步，对于高职院校的信息化建设和进一步发展影响重大。

1.4 主要研究内容

随着高校招生规模不断增多，高校每年毕业的毕业生也相应增加，学生

面临着毕业即失业的现状，高校同样也面对着巨大的压力，这关系到高校的招生率，为了解决这一问题，高校联合众多企业，开启高校与企业的合作之路，即通过信息化技术实现高校、学生以及企业三者之间的相互联系，实现信息的交互，从而达到缓解就业压力的效果，也能够满足企业对毕业人才的需求。通过设计与实现高职院校就业推荐系统，从而实现双向推荐，即为学生推荐就业岗位，同时也为企业推荐优秀毕业人才。本文以协同过滤算法为基础，分析解决关键问题的可行性，在此背景下完善协同过滤技术自身的缺陷，即引入推荐中的学生用户特征和单位属性，融合聚类的思想，改进协同过滤算法，构建以协同过滤算法为基础的智能就业推荐模型，最后应用此模型。

通过本人的工作经验和工作环境，采用调查问卷的方式，对高职院校的毕业生以及来校招聘的企业单位进行深入的问卷调查，了解各类用户的实际需求，并进行整理与归纳。与此同时结合软件工程项目开发的规范，明确系统的需求分析。

明确系统的需求后并以此为基础，结合当前软件开发成熟且流行的开发技术，设计出系统的体系架构以及功能，与此同时根据系统运行需要存储的和调用的数据等设计数据库表。综合对多种因素进行考量和分析，最终确定系统架构使用J2EE，程序员编程使用的开发语言是Java。由于系统需要存储大量的用户数据，在数据库上选择存储量较大的SQL Server 2016。对系统进行详细的设计后，则通过实现界面截图和伪代码的形式，对系统实现部分进行详细的论述，展示本次实现系统的各个功能及能够辅助用户进行的一些操作。当然对于一个系统来说，最重要的是测试部分，是保证一个系统能否完成用户需求的重要评价标准。若测试中发现系统存在一些bug或者是漏洞，则需要及时的修复，以保证系统能够按照需求辅助用户完成相应的操作。

1.5 本文主要组织结构

根据软件项目开发的过程，结合本人的工作经验等原因，综合性的进行研究与分析，最后将本文分七个章节展开，各个章节的主要内容将以下进

行概述：

第一章为绪论部分，提出了高职院校就业推荐系统开发的必要性，并结合当前国内外的现状，进一步说明本次开发的系统，有着十分重要的意义，并简单阐述了研究的主要内容。

第二章为相关技术说明，对高职院校就业推荐系统开发将要使用的技术，进行了一些介绍。综合软件项目开发的预算、当前流行的技术以及系统的业务流程等方面，系统的开发主要采用 J2EE 框架、协同过滤算法，系统开发采用 Java 开发语言，该语言是目前最为流行的开发语言之一。

第三章为系统需求分析部分，明确系统开发的可行性是保障系统有效开发的前提。通常而言，系统的需求分析是后续系统设计与实现的垫脚石，也能够有效地降低系统后期反复修改的概率。

第四章为系统的设计，以技术为基础，以需求分析为准则，设计了系统的整体框架，其次是根据高职院校求职的业务流程设计了功能，接下来则是根据高职院校的特点和实际情况，并结合系统将运行的环境和使用的用户等多种因素，综合性对该系统的数据库进行了选择——SQL Server 2016。对于系统功能模块的设计，则是以时序图为主，辅以文字说明做到了图文并茂。除此之外，还引入了协同过滤推荐模型，支持系统完成双向推荐。而对于系统数据库的设计，则是阐述 ER 模型和数据库表。

第五章为系统实现，以系统需求 and 设计为基础，首先通过构建系统的开发环境，保障系统开发实现时的友好性；其次则是对高职院校就业推荐系统实现进行阐述，主要通过代码和界面图的形式，并辅以详细的文字描述。

第六章为系统测试。在系统实现之后，为了确保系统能够正常的上线运行，对系统进行了功能测试以及性能测试。

第七章为总结与展望。

2 系统开发相关技术概述

2.1 J2EE 体系框架

高职院校就业推荐系统根据高职院校的实际需求为出发点，并结合J2EE框架来设计本课题的系统框架，下面将详细进行介绍。

2.1.1 J2EE 体系架构

通过对系统的体系架构进行调查分析发现，J2EE体系架构是当前系统开发使用的常用架构之一。J2EE体系架构是以也有架构为基础，在此基础上开发而来，因此由多个构建组成。但是需要值得注意的是该架构在部署系统的应用上需要进行一定的考量，如何尽可能简单的去部署以及应用，而这样的方式能够有效的降低系统的开发工作量和保证后期系统的可扩展性^[30-32]。之所以高职院校就业推荐系统使用J2EE体系架构，主要原因在于该架构具备兼容性好，成熟度好的特点，可能避免了因为多种设备不兼容导致的困扰。当然要深入了解J2EE体系架构，则需要对其结构层次进行展示详见下图2-1。

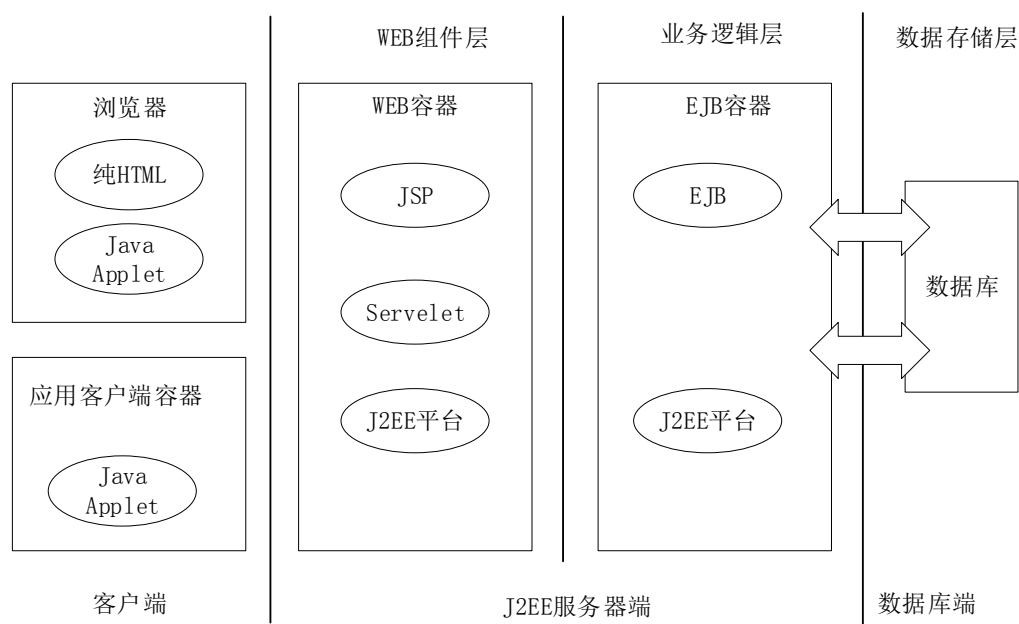


图 2-1 J2EE 体系结构层次示意图

对于系统开发人员而言，使用 J2EE 体系架构开发系统，能够极大的顺应系统的开发工作流程，因此对于软件开发周期来说，可以极大的缩短开发周

期,降低开发成本。与此同时,开发人员还可以将绝大部分精力投入到系统的逻辑建设中,开发完成后业务逻辑方面的连贯性与友好性。由于高职院校就业推荐系统所面临的用户是学校的学生,学校的工作人员以及招聘单位的人力资源师的用户,因此需要加先进的系统来满足众多用户对系统的需求。而 J2EE 较好的迎合了系统用户的这种需求,受到了这类企业的青睐。通过 J2EE,使得企业能够在以往投入的基础之上继续进行系统的开发与拓展。将学校原有的软件设备和硬件设备进行应用,将这些资源利用最大化^[33-34]。除此以外使用 J2EE 体系架构的系统具有很强的移植性,能够将系统方便的应用到不同的设备和操作平台上,增加系统的经济价值和市场价值。由于 J2EE 体系架构设计力开发的系统是以分层次的形式进行研发,因此提供这个组件以及设置第三方端口,其他的方便了软件开发编程师的操作^[35-36]。

通过上述综合分析 J2EE 的各种优势与特征,高职就业推荐系统的开发周期、用户人数以及后续应用等,因此决定使用 J2EE 体系架构来开发本次系统。

2.1.2 SSH 技术框架

SSH 框架有着自己独特的优势,即能够辅助开发者尽快的稳定、可复制以及稳定的应用程序,且它不是单一的框架,而是集合了以下几种框架,下面进行详细的介绍。

(1) struts 框架

应用于系统开发过程中,主要是由三个部分的控件起着作用,利用 Model 接受用户操作给出的命令后,并传送给系统的数据库,数据库根据传输过来的请求,对信息资料进行封装反馈,但是这时的数据并不能传输给用户。而是框架中的另外一个部分是 View 即视图层,负责人机交互以及系统反馈,用户操作之后作用于视图层并通过数据传输作用于模型层。还有最后一个环节,即 Controller 控制层,是框架的关键环节^[42-44]。

(2) Spring 框架

框架主要的作用是能够在一定程度上降低开发团队创建系统的难度,又因为其具有轻巧、方便以及耦合性等方面的优势,备受广大的程序编辑者的

欢迎，并能够应用很多的系统。

(3) Hibernate 框架

对系统中的机器识别数据进行处理，将其转化为能够被用户识别的数据语言，与此同时也能够有效地降低程序员对系统数据库的控制，而且因为其具有可选择性，因此，在编辑代码中，可以进行一些基础代码的编辑，用户后期系统的开发与发展。

SSH 技术框架如图 2-2 所示：

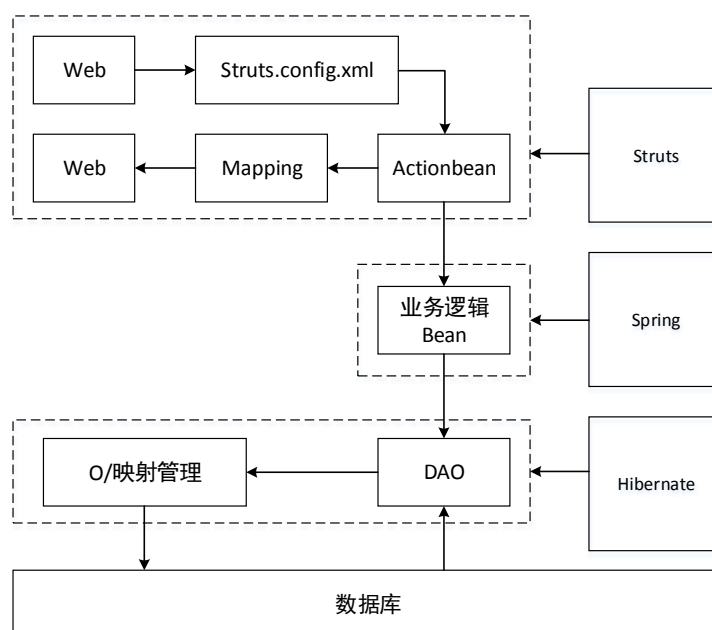


图 2-2 SSH 框架示意图

根据框架不同的职责作用，可以将 SSH 框架分为四个层次，不同层次有着不同的作用，下面进行详细的介绍。表示层，则是人机的信息交互层；业务层，完成业务逻辑，与此同时还需要借助框架，提升系统的响应速度；持久层，对系统中的数据进行处理，并显示出处理的结果；域模块层，该层的主要作用是方便用户在框架支持下把系统划分为多个模块，从而控制系统耦合度使其具备更高的可拓展性以及灵活性。

2.2 Java 开发语言

随着科技的不断发展，软件开发语言也逐渐丰富起来，现阶段的开发语言有 Java、C、C+以及 PHP 等，每种开发语言有着自己的优点与缺点，在选

择一款系统的开发语言时，则是根据系统的实际情况进行选择。

而本次开发的高职院校就业推荐系统开发选择 Java 编程语言，主要是因为使用该语言开发的系统安全系数较高，开发难度较低，有利于降低系统开发难度和开发时间，节约成本。除此之外，开发完成的系统，后期的可移植性会增强，对于系统的维护与可扩展性等方面来说，十分有益，能够进一步提高系统的经济价值。

在高职院校就业推荐系统中，软件开发团队选用 Java 编程语言来开发系统，同样是因为 Java 编程语言具备的优势，主要表现在语言学习简单、移植性强以及通用性强等特点。除此以外，其灵活的编码形式也是促使 Java 语言成为当前软件项目开发的通用语言之一的主要原因，目前该语言应用的范围较广，如虚拟机、互联网等。

由于 Java 编程语言还具备多线程的优势，因此开发的系统能够支持多项任务，其优越性主要体现在系统的性能方面，增加用户的体验。

使用 Java 开发高职院校就业推荐系统，一方面可以降低程序员的开发系统难度，缩短开发时间，减少系统的开发成本；而另一方面则可以增加系统的安全性以及系统性能方面的优越性，实现共赢的局面。

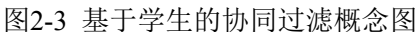
2.3 协同过滤推荐算法

早在 1992 年就有 Xerox 公司利用协同过滤算法，开发应用程序实现推荐。通过用户行为上的偏好，对用户或者是项目进行相似度的计算，预测用户的兴趣从而产生推荐结果^[22-23]。

2.3.1 学生协同过滤推荐算法

以用户为基础利用协同过滤算法来实现推荐，是当前最直观、广泛的一种方式，主要是通过以下方法实现推荐：

对于系统中的同一个职位，通过分析发现系统中的用户，若对它具有相同或者是相似的偏好，则可以将这种偏好应用到其他的职位上。具体来说，就是利用用户的行为数据，对系统中的用户信息相似度计算，并确定近邻用户，然后通过分析进行用户感兴趣的职位来产生推荐结果^[24-25]，见图 2-3 所示。



第一个步骤是计算用户相似度。通过公式计算用户之间的相似度。如系统中存在用户 u 和用户 v ，公式（2-1）可用来计算两个用户之间的相似度。

上式(2-1)中, $N(u)$ 为用户 u 历史行为数据正反馈的职位集, $N(v)$ 为 v 历史行为数据反馈的职位集。

上式 (2-2) 中, $p(u,i)$ 代表偏好程度; $S(u,K)$ 代表用户 u 邻近的用户, 有 K 个; $N(i)$ 表示对职位 i 历史行为数据用户集合, w_{uv} 表示用户 u 和用户 v 的相似度, r_{vi} 代表用户 v 对职位 i 的偏好, 假如使用单一行为, 那么有 $r_{vi}=1$ 。

以职位为基础利用协同过滤算法来实现推荐，是通过计算不同职位之间

的相似度，图 2-4 是以职位为基础的推荐结果图。

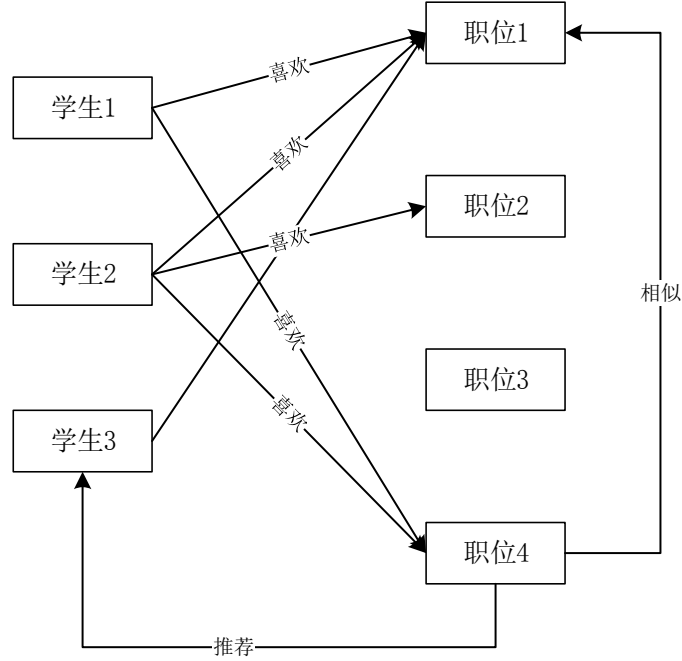


图2-4 基于职位的协同过滤概念图

以职位为基础的协同过滤算法计算不同职位的相似度，来实现推荐结果，通常包含以下两个计算步骤^[28-30]。

第一个步骤是利用公式计算职位的相似度，即公式（2-3）来计算。

$$w_{ij} = \frac{|N(i) \cap N(j)|}{\sqrt{|N(i)||N(j)|}} \quad (2-3)$$

上式（2-3）中 $N(i)$ 代表偏好职位 i 的用户集， $|N(i) \cap N(j)|$ 代表即偏好职位 i 和职位 j 的用户集。

第二个步骤是利用上一环节中计算出来的职位相似度值，从中选取偏好的职位，推荐给用户产生推荐结果，这一过程使用公式（2-4）进行计算，表示了目标用户 u 对职位 j 的兴趣：

$$p_{uj} = \sum_{i \in S(j,K) \cap N(u)} w_{ji} r_{ui} \quad (2-4)$$

上式（2-4）中 p_{uj} 代表了用户 u 对职位 j 的兴趣； $N(u)$ 代表了用户喜欢的职位集， $S(j,K)$ 代表了职位 j 最相似的 K 个物品的集合， w_{ji} 代表了物品 j 和 i 的相似度， r_{ui} 代表了用户对职位 i 的偏好，假如使用单一行为，那么有 $r_{ui}=1$ 。

2.3.3 组合推荐算法

通过分析可以了解到，任何一种推荐算法都具备其优势也有着其局限性，面对这种情况，想要达到预期的推荐目标，因此在实际应用过程中，往往会通过对多种算法进行组合使用，以达到扬长避短、相辅相成的效果。现阶段的组合推荐算法，有混合型、加权型等，根据对本课题的分析和研究，推荐算法的使用这里应用混合型推荐算法，即使用多种算法综合性进行计算，并将得到的推荐结果显示给用户。实现学生与职位的双向推荐，即系统可以为学生推荐适合自己的职位。在实际操作过程中以内容为基础的推荐算法和协同过滤两者组合是当前比较成熟、流行的组合，用来组建推荐模型实现。

在组合推荐算法时，值得注意的是应该充分分析每种推荐算法的优点和局限性以及适用范围，规避算法的缺点发挥其优点从而达到较好的推荐结果。但是也有一些情况，将不同的推荐算法进行组合并不一定能够达到预期的效果，而且还会影响推荐的准确性。因此在后续过程中需要对实验进行验证，判断组合推荐模型的科学性。

2.4 本章小结

本章主要是为开发高职院校就业推荐系统所应用到的技术进行详细的介绍，包含 J2EE 体系框架、系统开发语言以及数据库技术，除此之外，为了更好地实现就业推荐的功能，还使用协同过滤算法来进一步完善就业推荐，更好地满足学生用户和职位的需求。

3 系统需求分析

3.1 系统可行性分析

开发一个系统需要明确其可行性，通常考虑以下几个方面，即经济、技术以及实施等方面的可行性，通过对系统开发可行性的分析，明确本次系统开发的价值。

(1) 经济可行性分析

高职院校就业推荐系统开发所需的资金有限，系统开发的主要预算包括人工、基本的计算机与网络设备、必要的场地等，系统开发所需的资金完全在用户预算范围内，因此本系统的开发是具备经济上的可行性的。

(2) 技术可行性分析

高职院校就业推荐系统开发之前首先对系统开发过程中需要使用工具与技术研究与分析，通过这样的方式确保了系统的开发是不具备技术上的难题的，在技术上是是可以实现的，保证了系统开发完成后的先进性与可扩展性等。

(3) 实施可行性分析

高职院校就业推荐系统的主要用户是用人单位和高职业院校的学生，企业和学校内部原本就有基础的网络设备以及办公设备，在系统的实施过程中可以充分利用这些设备，以此为基础进行实施。在人员准备上，当前系统用户单位的大部分工作人员是具备一定的计算机操作基础的，因此在人员使用上也是不存在问题的。以上，系统的实施是具备可行性的。

(4) 安全可行性分析

系统中各种数据的安全也是系统开发过程中需要注意的问题之一。在本系统中首先根据用户类型进行权限控制，使得只有企业内部人员和高职业院校的用户才可以进入系统相应的页面进行系统的使用；其次在本系统中可以采用数据加密解密的方式，提高系统的安全性；除此之外，在系统的服务器还可以设置相应的防火墙；通过多种手段并举，定然能够确保系统的安全。因此高职院校就业推荐系统也是具备安全可行性的。

3.2 系统角色分析

通过对高职院校就业推荐系统的用户进行分析，了解到该系统的主要用户有以下几种，分别是超级管理员、系统管理员以及高校教师等，下面进行详细的用户角色分析。

（1）超级管理员

具备系统的一切操作权限，对系统的角色权限进行划分与管理，除此以外，还需要对每种角色的功能权限进行匹配以及各个角色的权限进行维护，与此同时对系统的维护和更新也需要由超级管理员来进行。

（2）系统管理员

对高职院校就业推荐系统进行维护更新，与超级管理员不同的是，系统管理员不能对系统的权限进行管理与分配，当然其可以对系统的数据文件的管理。

（3）高职院校毕业学生用户

高职院校毕业学生是高职院校就业推荐系统的主要用户，就是创建求职简历，发布求职信息以及在线视频等。通过视频面试可以为学生节省不必要的精力和财力的成本，来远距离的参加面试。

（4）高校老师

高职院校通常有专门的毕业管理部门来管理毕业生的相关工作，就业推荐系统主要用户也包括高校的教师，通常情况下，教师能够审核上传以及发布学生的简历信息，除此以外，还能够对招聘企业的部分信息进行审核，以及对该系统进行推广，使更多的学生和企业来该系统中进行求职与招聘。

（5）企业招聘人员

与本次设计的就业推荐系统是结合高校学生以及招聘单位三方面来设计的系统，因此企业单位的用户人员也是相当可观的。企业用户想要使用该系统进行招聘人才需要先登录获得审批通过后才能够在系统中发布招聘职位信息以及招揽优秀的毕业生。企业的人力资源师可以通过系统来查看学生的简历以及邀请学生进行视频面试等操作。

3.3 系统功能需求分析

根据对高职院校就业推荐系统的用户进行调查和实际访谈，得到系统需求分析的数据资料，从这些资料中分析用户的深入需求，并结合软件开发的专业知识等，对系统的功能进行需求分析探讨。

3.3.1 个人中心功能的需求分析

为了保护系统的数据安全，避免违法犯罪分子进行信息的窃取等，游客是不允许使用该系统的。不管是教师管理员或者是企业人力资源师等，使用该系统则需要登录并审核，只有通过验证审核之后，才能够使用该系统进行信息的查询，如企业人力资源师查询学生的简历信息等。为了更好的帮助学生管理自己的简历，并发布求职意向等，系统需要个人中心功能，其中包括关注的公司、学生的简历以及求职的推荐信息等，详见下图3-1所示。

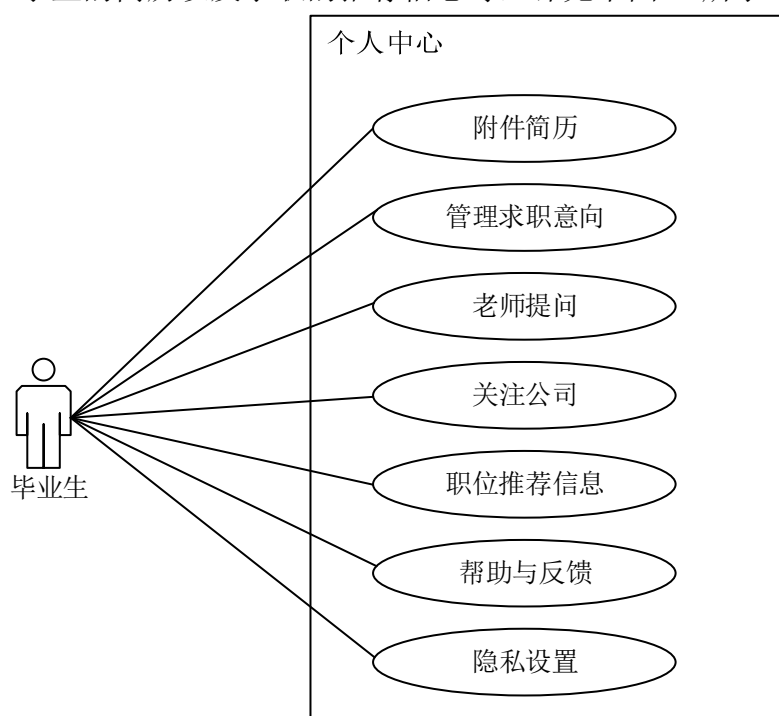


图3-1 个人中心功能的用例图

由上图3-1所示可知，个人中心功能包括以下7个子功能，下面将详细的进行介绍：

(1) 附件简历：主要是方便学生用户对简历进行编辑以及上传等操作。

(2) 管理求职意向：学生对自己的求职意向进行管理，明确自己的求职倾向并进行发布，当企业的招聘岗位有类似倾向时，系统会将该岗位推荐给

学生用户并进行显示。

(3) 老师提问：高职院校设立了专门的就业管理处的老师，当学生在求职和就业方面遇到问题时，可以向就业管理处的老师进行提问，来获得老师的帮助。通常情况下，老师不会及时回答所提出的问题，当老师回答之后，系统会进行提示，并及时显示给学生用户查看。

(4) 关注公司：对有意向的公司进行关注及时了解该公司是否发布与自己求职意向相匹配的岗位，当该企业发布一些岗位时，系统会及时的进行提示并显示。

(5) 职位推荐信息：根据学生的求职意向和关注的公司，以及上传的简历等多种信息综合起来，为学生推荐一些企业以及企业所发布的就业岗位，方便学生对这些信息进行查看与筛选。

(6) 帮助与反馈：当系统中出现一些问题时，学生可以通过帮助与反馈，对功能中出现的问题进行反馈，系统管理员接收到后，则能够及时的进行帮助。

(7) 隐私设置：考虑到现在对个人隐私的重视性，这里还是对隐私进行的设置，学生用户可以根据自己的实际情况，对个人简历信息等进行隐私设置。

3.3.2 招聘中心功能的需求分析

对于高职院校毕业生而言，交流与共享是一个非常重要的解决就业的方式，因此需要一个功能平台，支持毕业生与毕业生、毕业生与用人单位以及学校就业管理处的老师与企业交流的平台。系统需要招聘中心来进行信息的发布查看以及编辑等，具体如下图3-2。

如上图3-2所示，高职院校推荐推荐系统中的各类用户都可以通过招聘周期来进行交互，通过信息的发布，使得高校的教师学生以及企业的人力资源师相互之间了解，为双方创造更多的机会，从而缓解就业的压力以及招聘的难度。

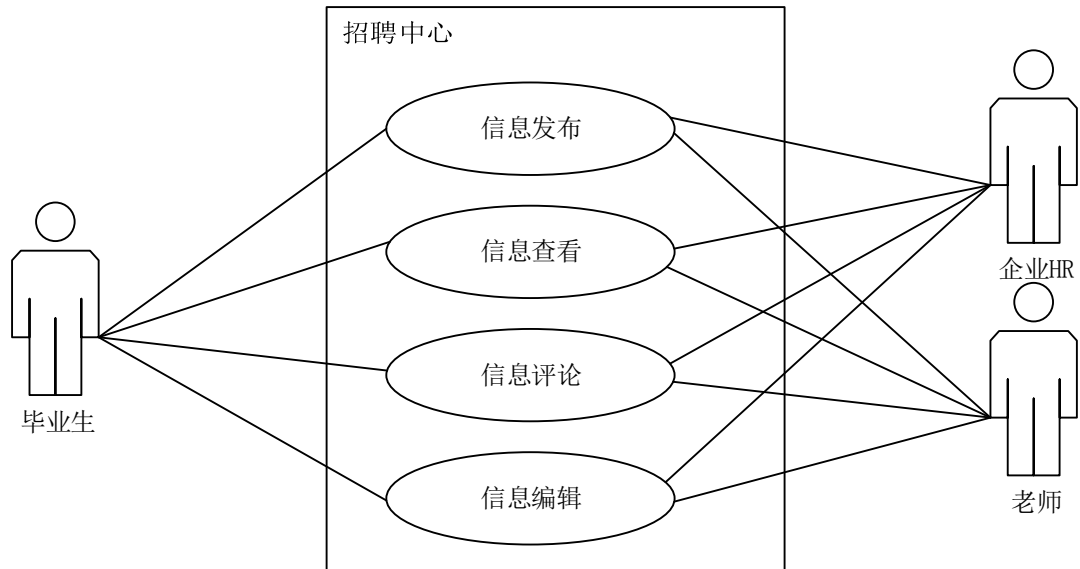


图3-2 招聘中心功能的用例图

3.3.3 简历中心功能的需求分析

对于毕业生的求职而言，毕业生的简历是企业HR了解学生一个重要途径和方式，考虑到这些高职院校就业推荐系统需要简历中心，便于学生对自身简历进行创建、修改以及上传等，除此以外，简历中心还为学生提供简历模版，供学生创建良好的求职简历，增加就业机会。简历中心功能的具体用例详见下图3-3所示。

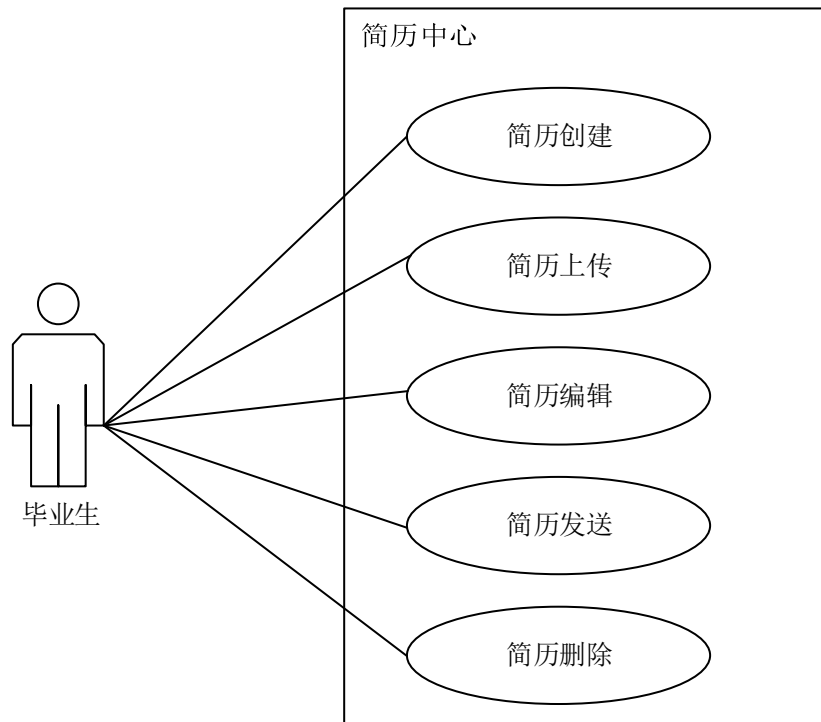


图 3-3 简历中心功能的用例图

如上图3-3所示，高职院校就业推进系统简历中心为毕业生创建简历专门设置的一个功能，供学生对简历进行多种方式的更改。

3.2.4 就业推荐功能的需求分析

(1) 职位推荐

每年高职院校毕业的大量学生，由于专业不同、职业定位不同，以此对自己所求的岗位也有所区别，但是针对同一岗位的招聘，不同企业也有着自己的原则和规章制度，要从众多的招聘中获得与自己匹配的招聘信息是一件非常花费时间和精力事情，考虑到这一系列的需求，为学生设置了职位推荐，根据学生的求职意向，关注的企业以及简历等多种信息综合性的进行推荐，辅助学生进行求职，具体用例如下图3-4所示。

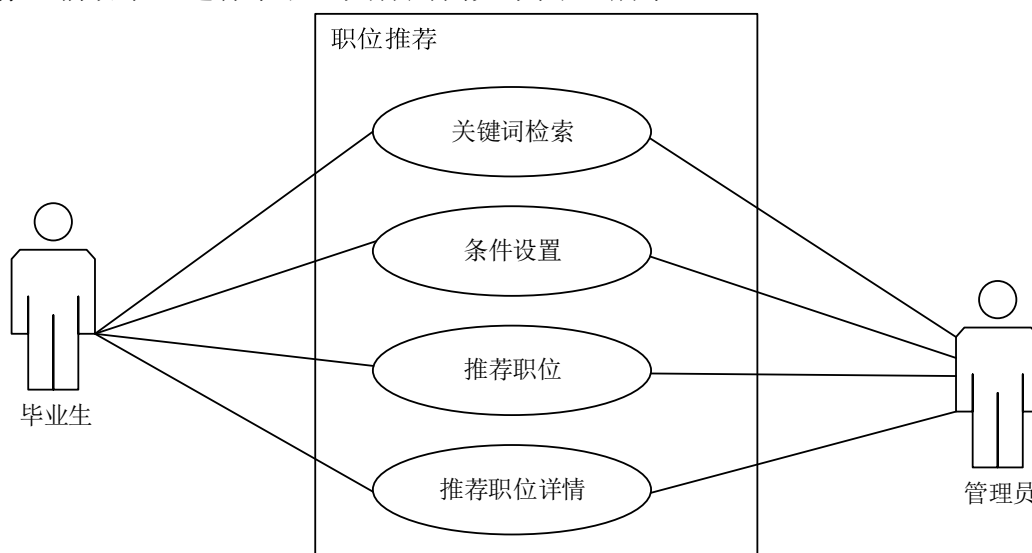


图 3-4 学生与职位推荐功能的用例图

由上图3-4所示可知，职业推荐功能中还包含许多子功能下面将详细的进行介绍，不同功能有着不同的作用。

1) 关键词检索：由于毕业时对职位的要求有所不同，因此需要对岗位检索中加入模糊搜索查询功能，通过学生对企业求职要求以及求职意向等等条件进行职位检索，系统会根据其实选择的这些条件，模糊性的对高职院校就业推荐系统中的数据进行匹配，并显示相应的结果。

2) 条件设置：为了保证职业推荐的准确性，毕业生还可以通过添加条件设置，添加与自己求职意向相匹配的条件，从而使得推荐结果更加准确。

3) 推荐职位

高职院校就业推荐系统会根据与条件匹配度的大小顺序进行排列，由匹配度高往匹配度低，进行显示出推荐职位的信息。

4) 推荐职位详情

点击推荐的职位，即可以查看到该职位的详细信息，如招聘的单位、岗位、月薪以及任职要求等内容，学生用户可以根据这些内容，来判断自己是否匹配该岗位，并决定是否投递简历。

(2) 学生推荐

为了方便高职院校就业推荐系统中招聘企业用户，在系统中还设计了学生推荐功能模块，在该功能中系统能够从众多的学生中进行筛选并推荐，为企业HR进行毕业生的推荐。

学生推荐功能用例如下图3-5所示：

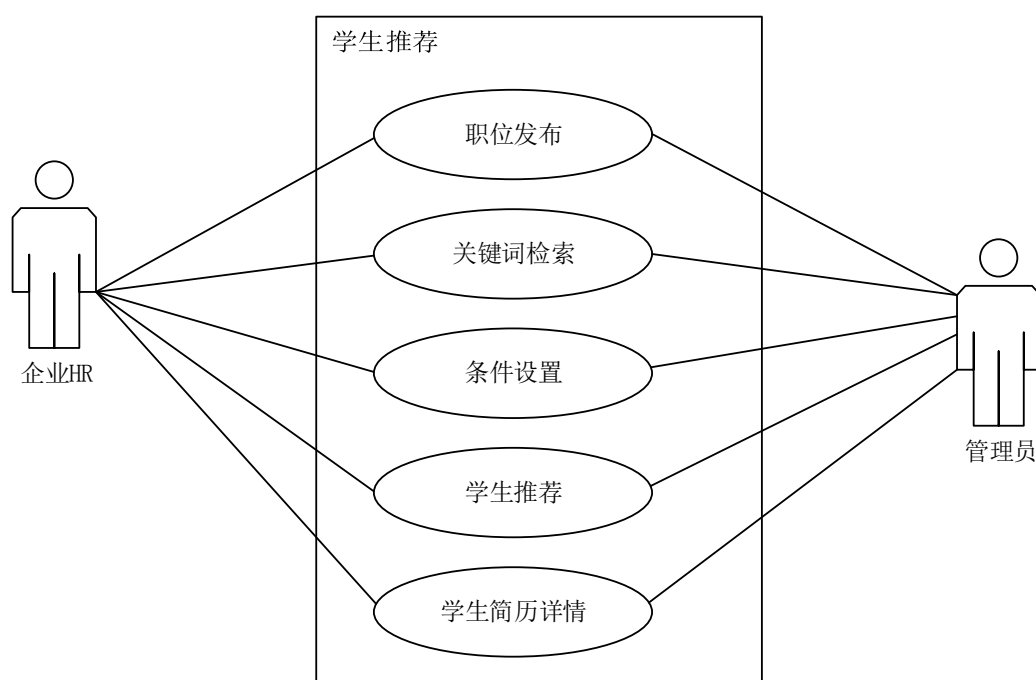


图 3-5 学生推荐功能用例

如3-5所示，学生推荐功能模块中还包括职位发布关键词检索等子功能，具体的用例如下：

1) 职位发布：企业的人力资源师发布企业所需要的人才岗位，如工作福利，任职要求以及工作地点等。

2) 关键词检索: 由于高职院校毕业生的实习经历、求职意向以及专业等多种多样, 对就业岗位和工作要求也有所不同, 因此需要引进模糊检索的方式, 对部分关键词进行搜索。在该功能中企业人力资源师可以通过设置专业求职意向以及要求等对学生进行检索, 从系统中匹配与之相关的毕业生推荐给人力资源师, 显示在检索的界面中。

3) 条件设置: 为了更加准确的为人力资源师推荐优秀的毕业生, 企业的人力资源师还可以通过设置相应的条件来使推荐结果更加准确。

4) 学生推荐

推荐结果会按照由高往低的形式进行排列, 这个标准则是根据匹配度进行。企业的人力资源师可以根据推荐的结果对感兴趣的毕业生进行查看, 了解更加详细的内容。

5) 学生推荐详情

点击推荐的学生简历, 即可以查看到该学生的详细信息, 如专业、求职意向、在校表现以及薪资要求等内容, 企业HR用户可以根据这些内容, 来判断学生是否初步满足岗位需求, 并决定是否联系进行视频面试。

3.2.5 视频面试功能的需求分析

对求职和面试而言, 面试是相互了解的一个重要途径。每当毕业季高校都会有大批的企业派人来学校进行校园招聘, 对于企业而言, 需要消耗大量的人力和物力来组织招聘, 花费的成本较大。而对于一些企业, 则是要求学生远程去进行面试, 这对于刚毕业的学生来说, 无疑是一笔巨大的开销, 增加了作业的难度。随着科技的发展与不断进步, 线上面试已经不再是一种奢求。通过线上进行视频面试, 增加学生与企业的进一步了解, 并判断是否需要当面面试, 不仅为学生节约了成本, 企业节约了一定的成本。在视频面试环节中, 首先需要对视频进行检测, 除此以外还可以对视频进行设置等操作, 具体用例详见下图 3-6 所示。

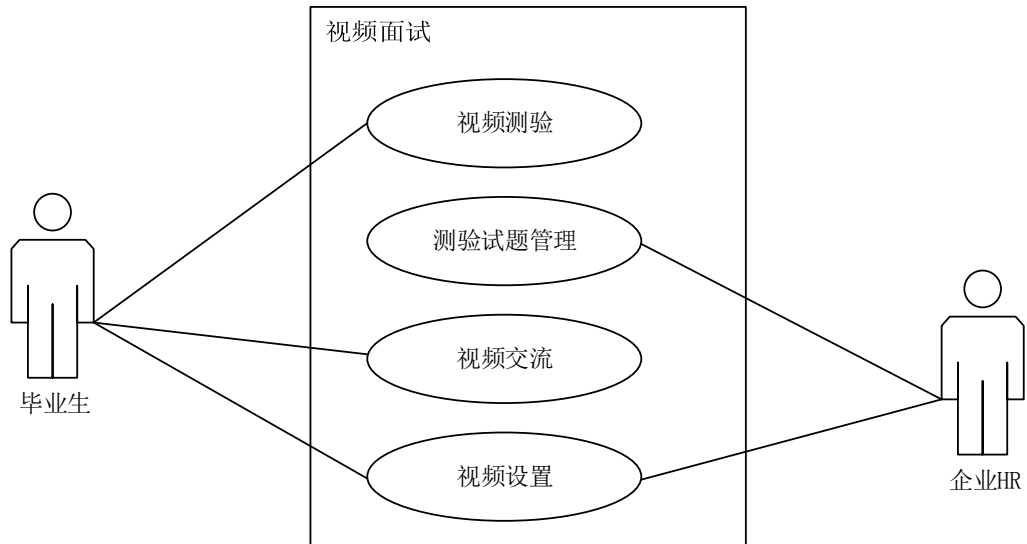


图 3-6 视频面试功能的用例图

3.2.6 后台管理功能的需求分析

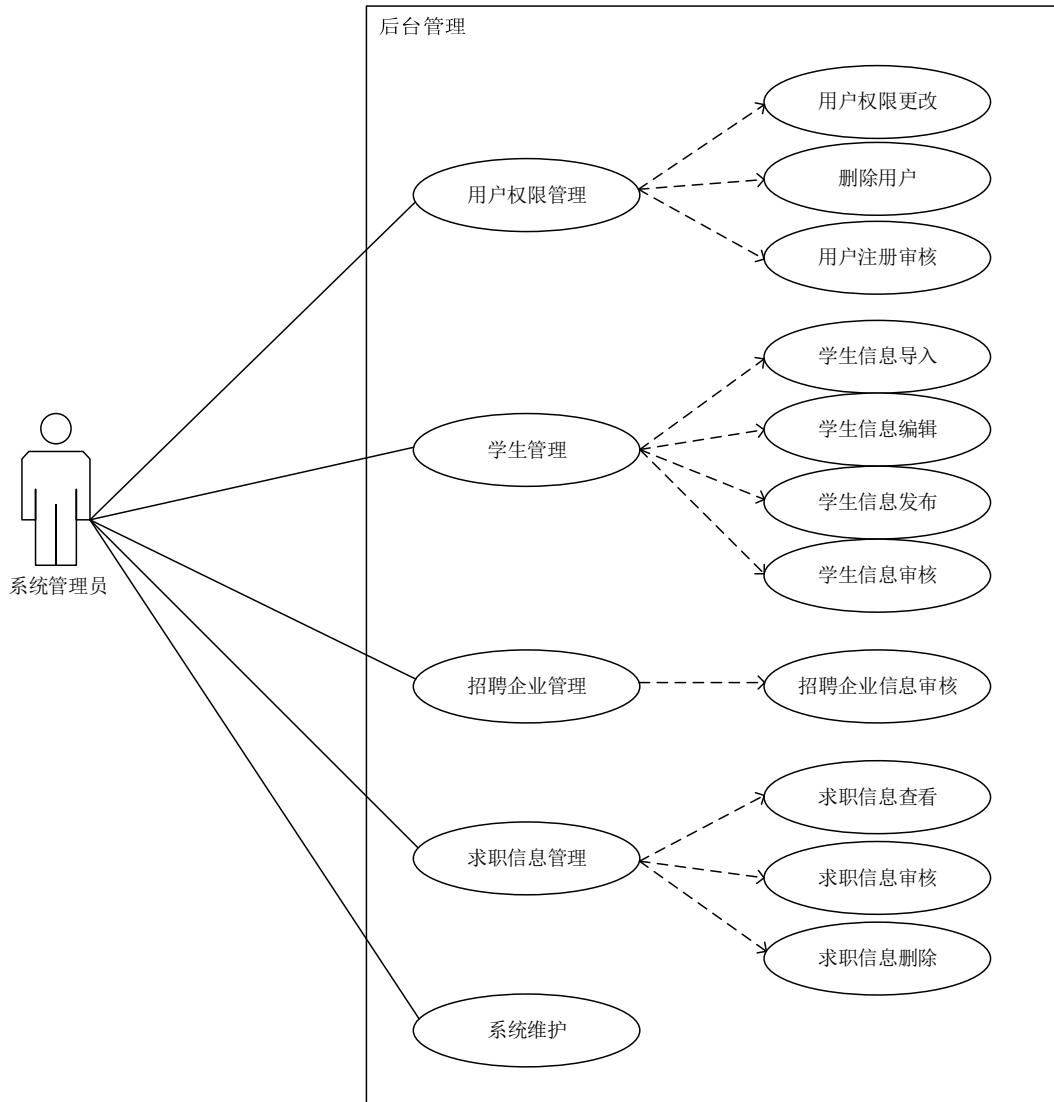


图 3-7 后台管理用例图

由于高职院校就业推荐系统是以高职院校为背景设计的就业推荐系统，因此需要对入住系统的一些企业进行审核，避免学生上当受骗，这里将设计后台管理功能。不仅需要对系统中的数据进行管理，与此同时还需要对用户权限、角色等进行审核。除此之外，需要对一些信息进行管理，如求职信息等，具体用例如下图3-7所示：

3.4 系统性能需求分析

对于系统的非功能需求，则是从两个大的方面进行介绍，一方面是性能，另一方面则是系统的安全性。

1、性能需求

对于高职院校就业推荐系统来说，系统开发完成之后能否达到各项性能指标也是极为重要的，不仅关系到本次开发的系统，还会影响系统用户的体验。高职院校就业推荐系统在性能方面的需求，考虑到系统的用户人数将会较多，因此需要对系统并发数进行需求分析，除此之外该系统期待将在多个高校、企业以及毕业生中应用，需要考虑到系统的普适性。当然对系统还有其他方面的要求，接下来将详细的进行叙述。

（1）并发用户数及响应速度

高职院校就业推荐系统中的用户，根据学校就业管理的业务流程，有以下几类用户，分别是管理员、企业HR、教师用户以及学生用户，由此可见系统的用户数量较多，给系统服务器造成的压力较大。当系统面临用户高峰期时，为了保障系统能够为系统用户提供服务，这里要求系统的并发数为1000人，与此同时系统的响应时间不能超过2秒。

（2）系统的普适性

由于本次设计到的高职院校就业推荐系统涉及到的用户种类较多，因此为了保障每种角色的用户都能够较为轻松的使用系统，这里对系统普适性做出一定的要求。设计开发的系统要能够保障学生、企业人力资源师以及高校教师等用户均可按照系统提示完成操作。除此之外，系统装备所要求的设备不管是在软件还是在硬件上，要求就有普适性，能够让众多的系统用户都能

够配置该系统，并进行相应的操作。

（3）通用性

高职院校的人员密集性较强，对网路的需求和使用上，往往时间段会比较集中，因此需要对系统的通用性提出要求，即当高职院校的部分软件设备和硬件设备出现一定的波动时，系统仍然能够较好的完成其功能辅助就业管理，除此以外，系统对设备的要求不高，通用型的设备即可配置系统完成相应的操作。

（4）稳定性需求

高职院校就业推荐系统运行时，客户端稳定运行，不能出现崩溃或者无响应的情况等，在互联网环境不佳时，系统不能正常为用户提供服务时，给予相应的提示信息。

2、安全需求

高职院校就业推荐系统的客户端APK格式文件，在进行封装打包时，需要对源代码进行处理，如混淆或者是签名，避免因为非法份子的反编译造成不必要的损失。除此之外，当客户端需要热更新时，由系统后台的服务器下发更新文件，即JS Bundle，与此同时还需要进行MD5校验才能完成更新。

3.5 本章小结

以高职院校的用户和企业HR的需求为基础，对系统的需求进行了深入的分析，了解到系统的主要目的在于提供就业帮助，以及为企业的招聘提供信息支持，最终确定该系统主要包括个人中心、招聘中心以及职位与学生推荐等功能，最后对系统的性能需求进行了分析。

4 系统设计

4.1 系统总体架构设计

由前面章节可以了解到，高职院校就业推荐系统使用的是J2EE体系架构，使用该架构设计的系统是将系统分为不同的层来进行设计并实现，这种分层次的形式一方面能够缩短系统的开发周期，第一方面还可以降低系统功能之间的耦合度，提升代码的使用率，总的来说对系统的开发十分有益。

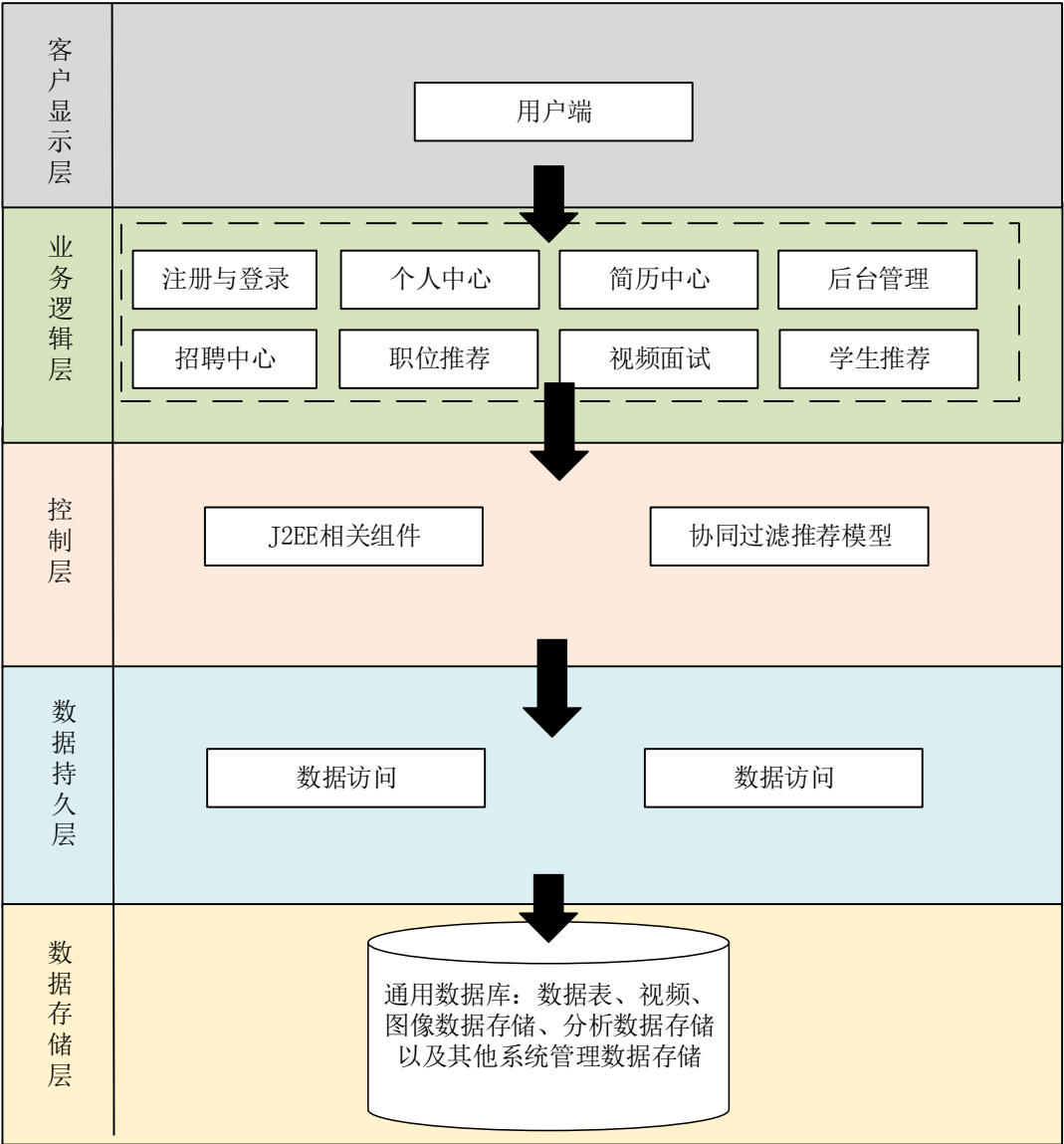


图 4-1 系统总体结构图

在系统的体系架构中，客户显示层主要是实现人机交互的一层，系统用

户通过这一层向系统发出指令或请求，相对应的系统根据用户发出的指令来调用其他成的数据或者是逻辑，反馈出用户所需要的信息，或者是数据等。

高职院校就业推荐系统总体架构具体如图4-1所示，根据系统设计的总体特点将系统分为5层。

4.2 系统功能设计

4.2.1 个人中心功能设计

由个人中心功能需求分析，可以了解到该功能中存在着较多的子功能供学生用户进行使用，辅助毕业生进行求职。在该功能中主要包括关注公司和管理求职意向等，不同的功能负责的作用有所差别，通过该功能毕业生可以较好的收集关注公司的信息，寻找适合自己求职意向的岗位，找到适合自己的工作。关注企业的具体流程图，详见图4-2所示：

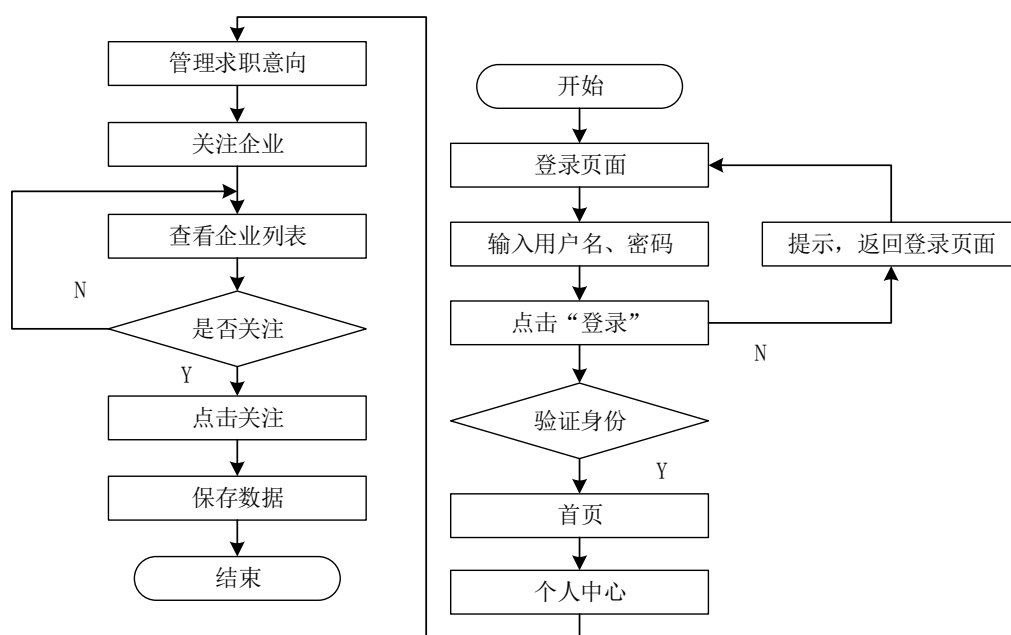


图 4-2 个人中心信息处理流程图

在个人中心功能中时序图详见图4-3所示，通过明确功能中各个操作与反馈的时间顺序，保证系统功能实现部分的顺序性，图中主要介绍了求职意向管理时的操作顺序。

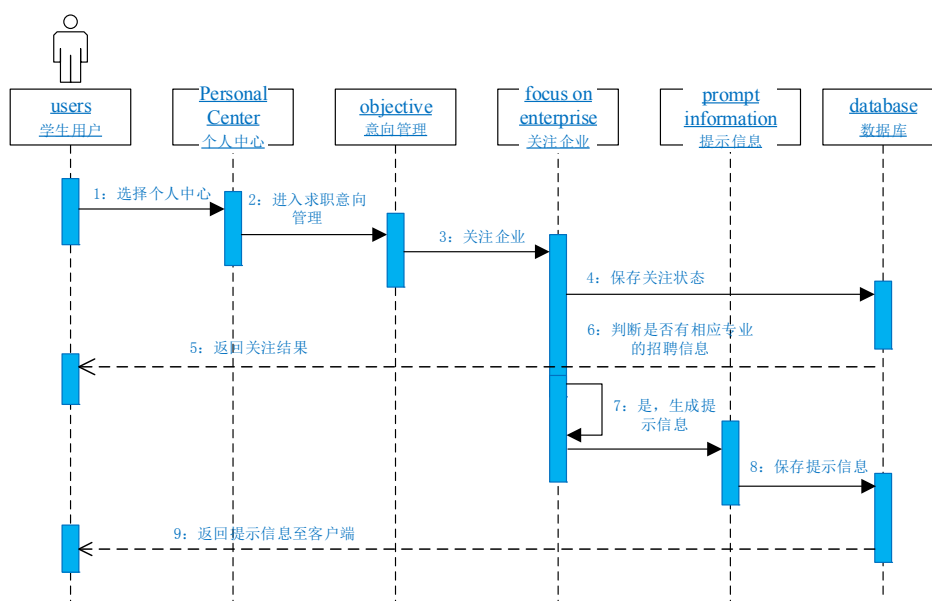


图 4-3 求职意向管理时序图

4.2.2 简历中心功能设计

简历中心功能模块中主要是对简历进行编辑等操作，对于毕业生而言，简历是自己向外推销的重要途径，企业的人力资源师也是通过简历来初步判断毕业生是否满足自己岗位所需，这对于毕业生而言简历的制作十分重要。在系统为毕业学生推荐职位后，学生可以就推荐的职位进行简历的投递，以便企业HR联系，并通过以面试的形式进行深入的了解。其流程图如图4-4所示。

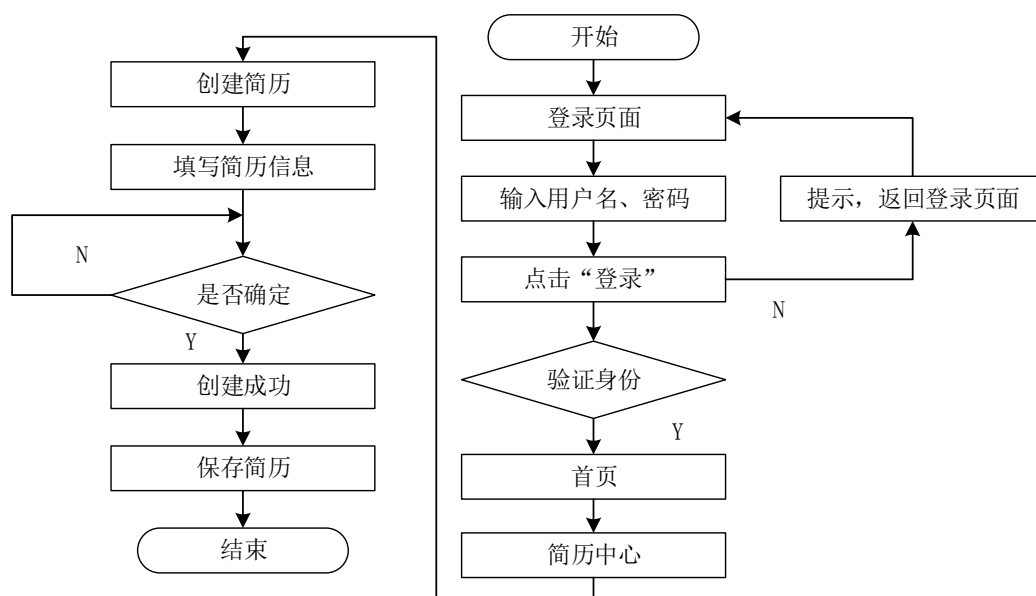


图 4-4 简历创建流程图

简历中心功能模块的工作时序如下图4-5示，通过明确功能中各个操作与反馈的时间顺序，保证系统功能实现部分的顺序性，图中主要介绍了简历中心各个子功能的操作顺序。

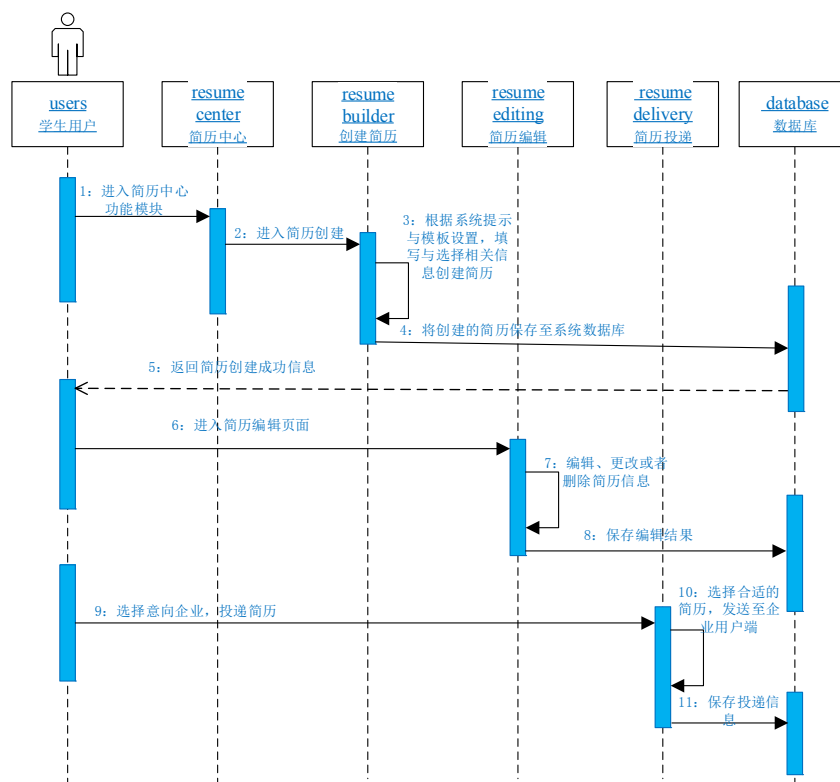


图 4-5 简历中心时序图

4.2.3 招聘中心功能设计

企业的人力资源师除了通过简历来了解学生的实习学习情况外，还可以通过招聘中心进行交流，了解学生的一些兴趣，职业经历等信息。与此同时，学校毕业生也可以通过招聘中心，了解招聘单位的信息以及招聘职位的具体任职要求等。招聘中心主要有发布信息、查看信息等功能。

高职院校就业推荐系统中的学生和企业用户登录进入系统之后，点击招聘中心，进入相应的功能模块，如需发布一些信息，则点击编辑信息进入信息编辑对话框中，完成之后则点击发布即可。在招聘周期中就可以看到发布的信息内容。如果针对发布的一些信息有所异议或者是其他的意见，则可以在下方评论中进行发表讨论。

对于招聘中心的信息发布流程如下图 4-6，要实现该流程的前提是需要具

有合法的身份。

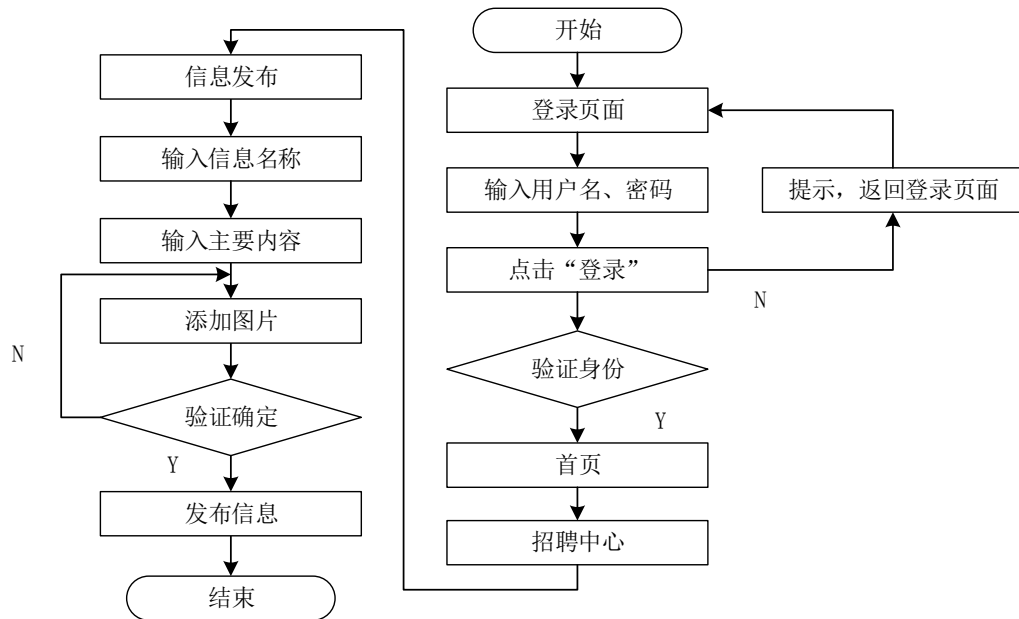


图 4-6 信息发布流程图

招聘中心功能模块的具体工作时序如图4-7，通过明确功能中各个操作与反馈的时间顺序，保证系统功能实现部分的顺序性，图中主要介绍了招聘中心各个子功能的操作顺序。

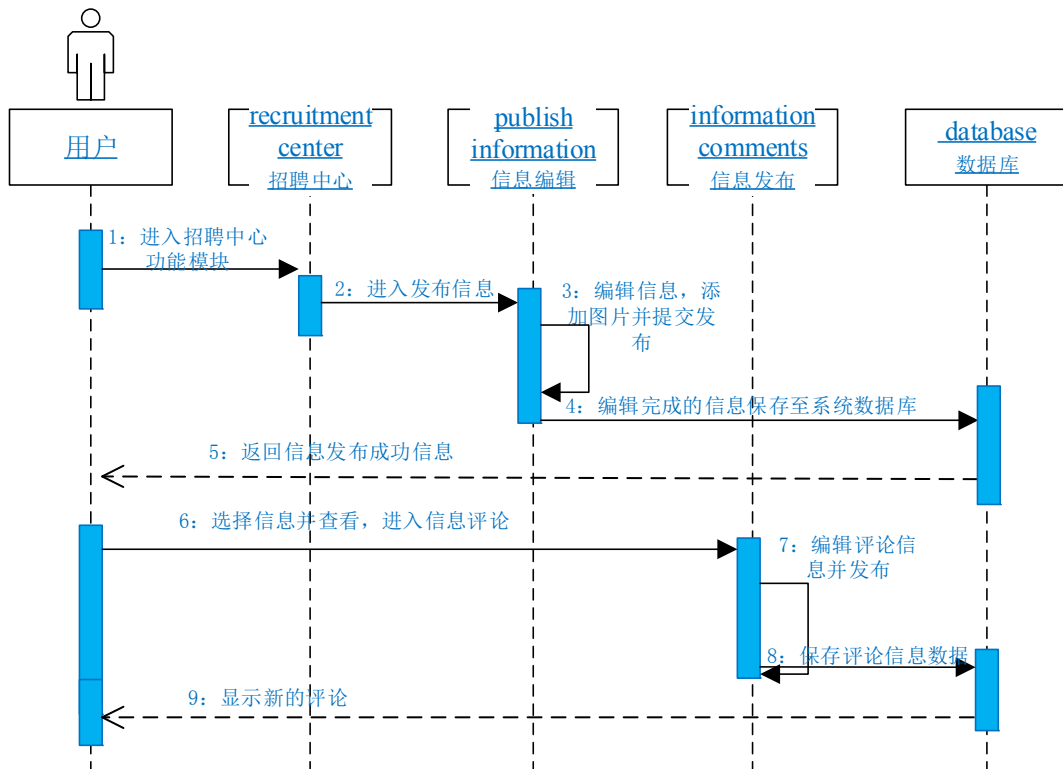


图 4-7 招聘中心功能时序图

4.2.4 就业推荐功能设计

(1) 职位推荐

对于高职院校就业推荐系统而言，就业推荐是该系统的核心功能之一，在推荐的前提下，需要用户设置关键词或者是条件等等一些信息，为后面的推荐提供必要的条件，考虑到学生的求职意向专业等多种多样，在检索时引入模糊检索办法对其进行检索。系统实现职位推荐时首先是通过学生设置的一些条件初步进行排查，然后根据与条件匹配度的大小来继续排序，排序的标准往往是由高到低的形式进行，当然不同的推荐模型推荐结果也会有所偏差，但都是以匹配度最高的数值来向学生用户进行推荐。

职位推荐功能的工作流程如下图 4-8 所示：

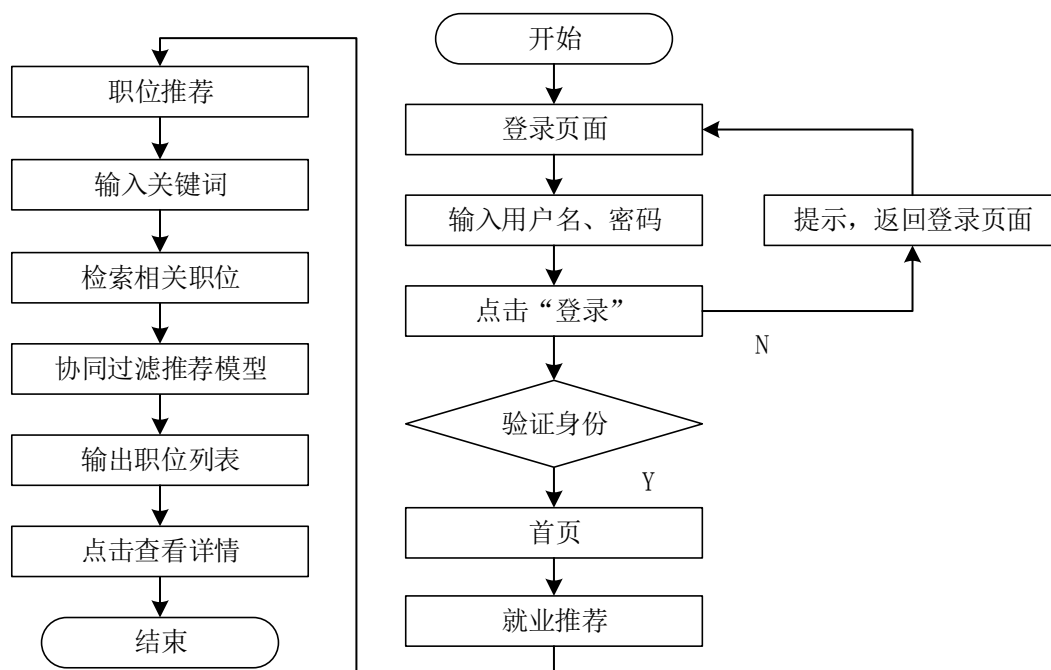


图 4-8 职位推荐流程图

正常而言，推荐准确度与学生信息的完整性和发布简历的多少有关，信息越完整，那么推荐的准确率越高。在推荐过程中，以学生的求职意向为基础，通过检索与之匹配的岗位实现对职位推荐。

职位推荐功能模块的具体工作时序如图4-9所示。

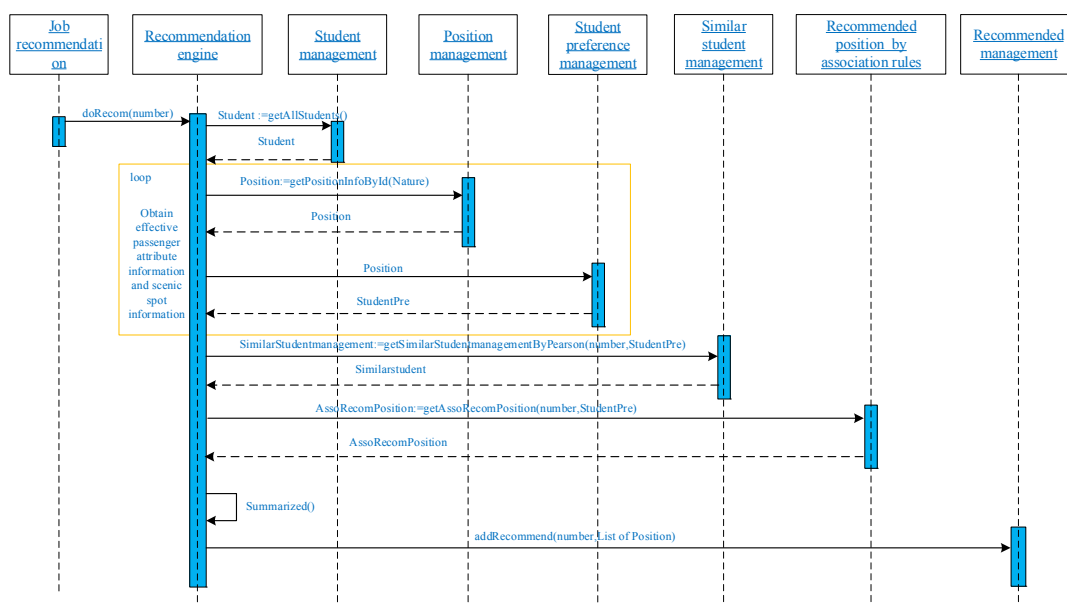


图 4-9 按条件筛选的职位推荐时序图

(2) 学生推荐

主要为了改善企业HR从众多的毕业生中，寻找到匹配岗位的学生，从而减轻企业HR的招聘压力，系统可以根据职位的要求，匹配学校的学生，为岗位推荐毕业学生。企业HR在推荐的学生中，取得毕业学生的联系方式，并进行联系从而进行更多的了解或者是面试。流程图详见下图4-10所示：

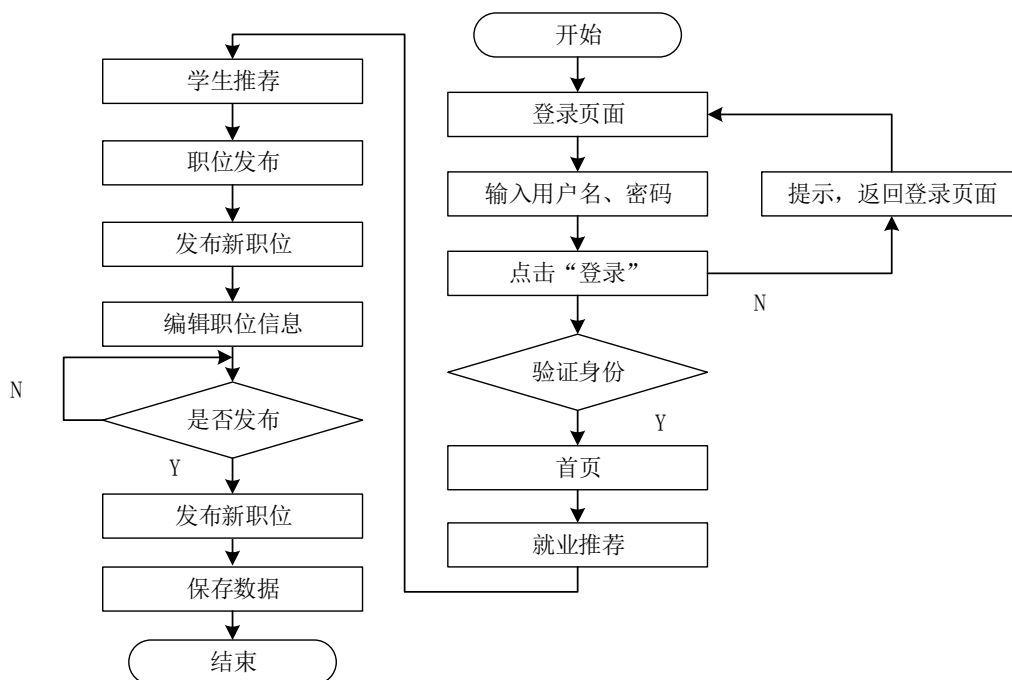


图 4-10 HR 发布职位信息流程图

学生推荐功能模块的具体工作时序如图4-11所示，通过明确功能中各个操

作与反馈的时间顺序，保证系统功能实现部分的顺序性，图中主要介绍了学生推荐各个子功能的操作顺序。

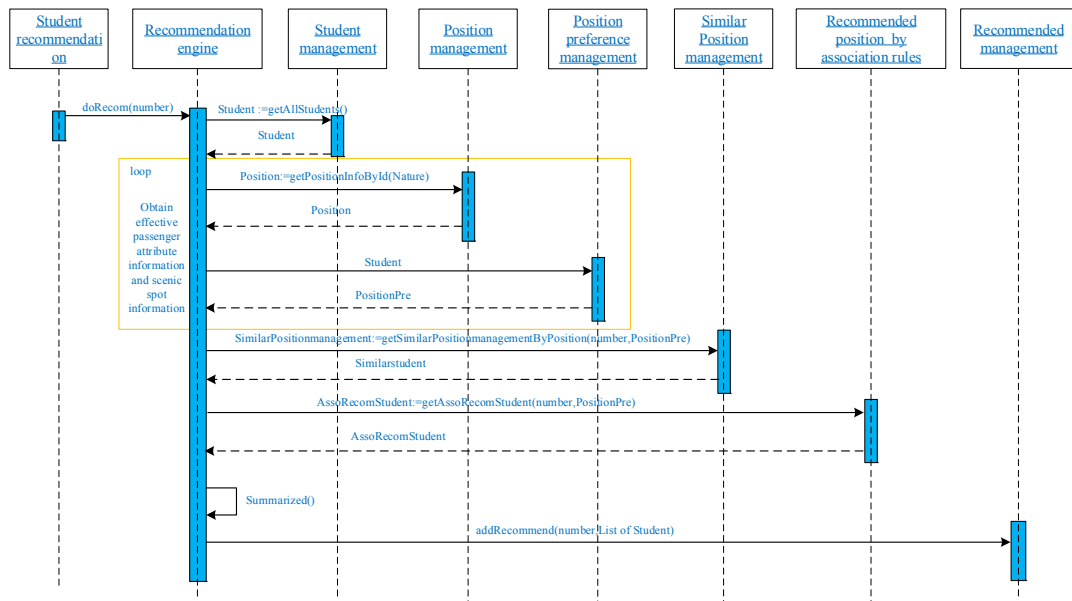


图 4-11 学生推荐功能时序图

为企业推荐毕业优秀学生需要，学生和企业方都填写完整的信息，只有信息完成时实行的学生推荐，其结果才是最为准确的。在这些学生推荐时，是以企业的招聘岗位为基础，通过匹配学生发布的求职意向和简历为基础，自动进行职位的匹配，实现适合岗位的毕业学生的推荐。

4.2.5 视频面试功能设计

对于求职与招聘而言，面试环节是必不可少的，但是不管是对于企业而言，还是对于毕业生而言，都可能存在异地面试的情况。为了缓解这一困境，院校就业推荐系统设计视频面试功能实现了线上面试，一方面可以缓解招聘单位的经济成本，另一方面也可以缓解毕业生奔波辛苦和路费成本等情况。总而言之，视频面试是就业推荐系统中必不可少的功能之一，当企业的人力资源师通过了解之后，如觉得有必要进行进一步沟通的，则可以邀请毕业生与之进行线上进行面试。

该功能模块的具体工作时序如下图4-11所示。

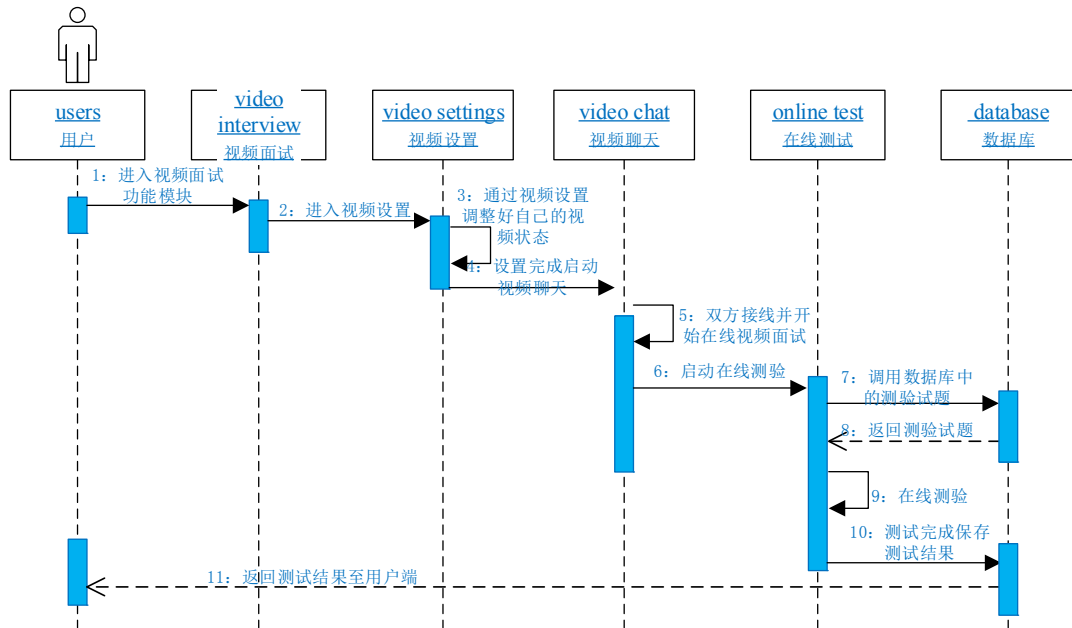


图 4-11 视频面试时序图

高职院校就业推荐系统中视频面试具体工作流程如下图 4-12 所示，在进行视频面试前需要确定面试对象，约好面试时间进行面试。

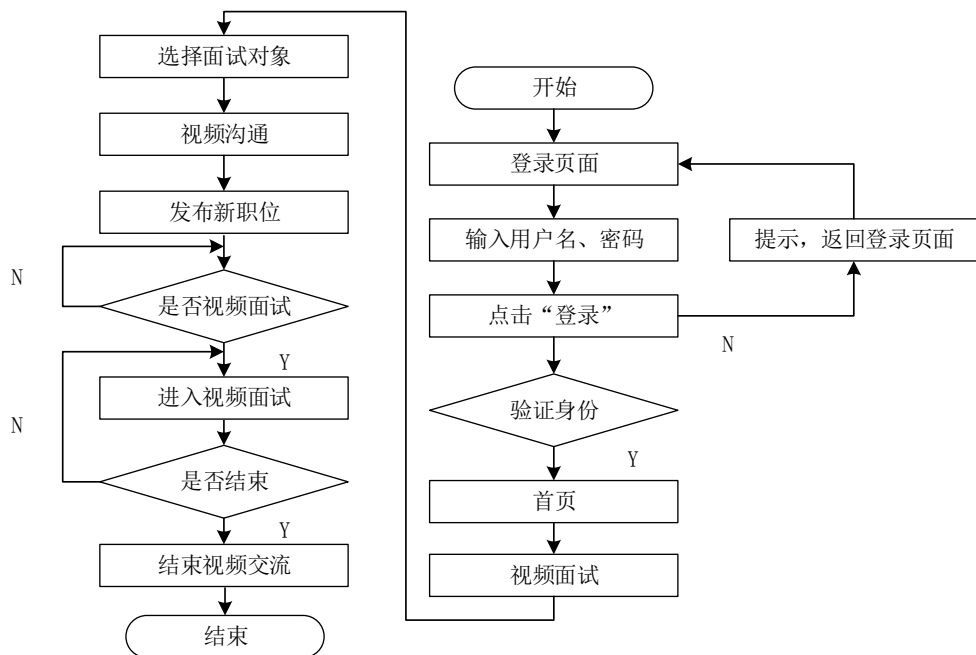


图 4-12 视频面试流程图

4.2.6 后台管理功能设计

由于本次设计的高职院校就业推荐系统涉及到的用户有高校、毕业生以及企业用户，因此需要对后台的数据进行把关，保障学生的利益。除此以外，

后台管理还需要对系统进行维护更新，保证系统能够实时的跟上时代的发展。

(1) 用户权限管理的设计

就业推荐系统中包含了多种角色的用户，如企业的人力资源师、高职院校毕业的学生以及学校的老师等，用户权限的划分是在用户进行注册时，由超级管理员进行分配，通常情况下用户的权限都将固定，不会再进行更改，但是如有必要时超级管理原则可以对用户权限进行编辑。不同种类的用户就有不同的权限，那么使用系统的功能，将会具有很大的差别，通过这样的方式来保证系统数据的安全性。

(2) 信息管理的设计

在高职院校就业推进系统中，信息管理可以对系统中的多种信息进行管理，如求职审核等，其功能时序如图4-13所示，通过详细的介绍其时序图能够了解各个操作的时序，保证功能流程化。

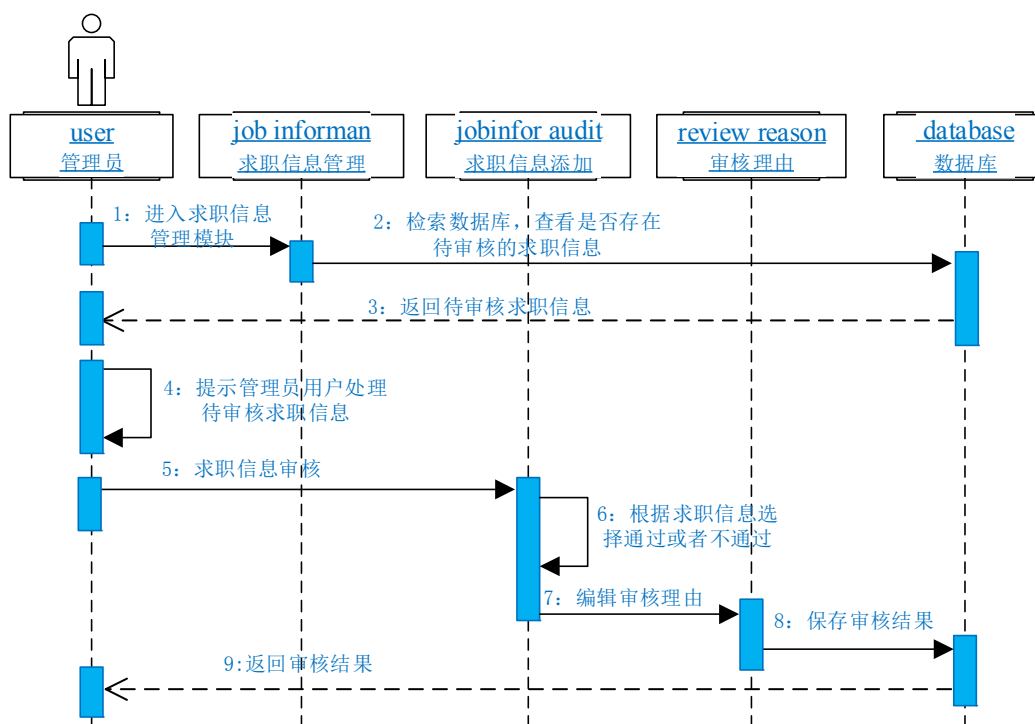


图 4-13 求职信息审核时序图

高职院校就业推荐系统中，想要对学生信息编辑，那么先要具有后台管理的权限，其具体操作流程如图 4-14 所示：

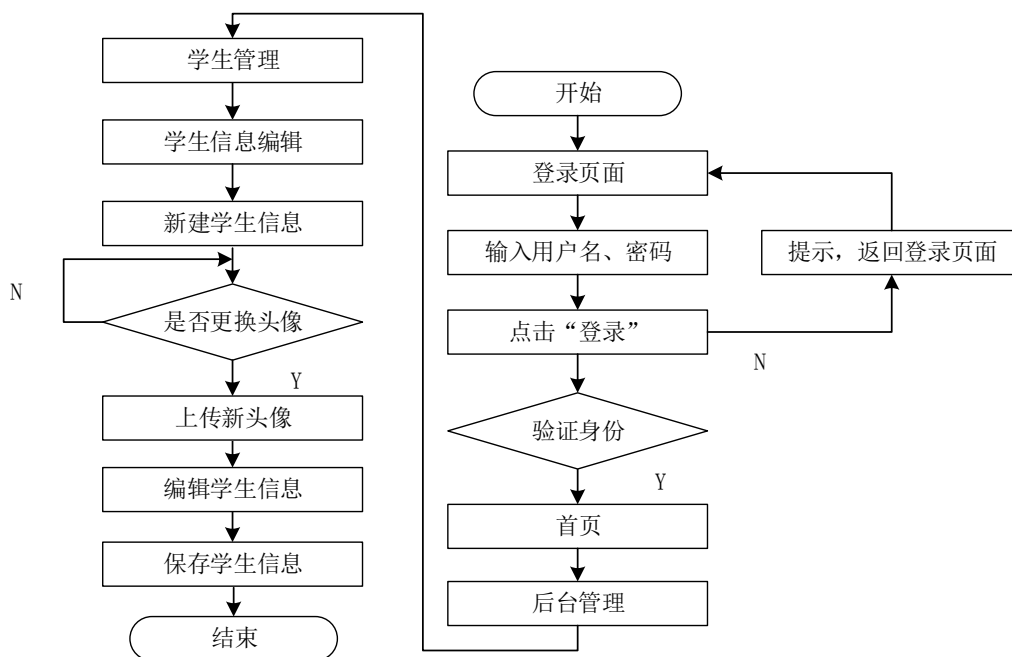


图 4-14 学生信息编辑流程图

(3) 招聘企业信息审核设计

为了避免毕业生在求职时上当受骗，高职院校需要对就业系统中心注册的企业账号的资质进行审核，其中包含质量认定书、许可证、营业执照、税务登记等，为了确保引入的企业质量，高职院校与政府工商管理部门进行合作，调用工商管理部门的企业注册填入的资质信息，具体流程详见图4-15所示。

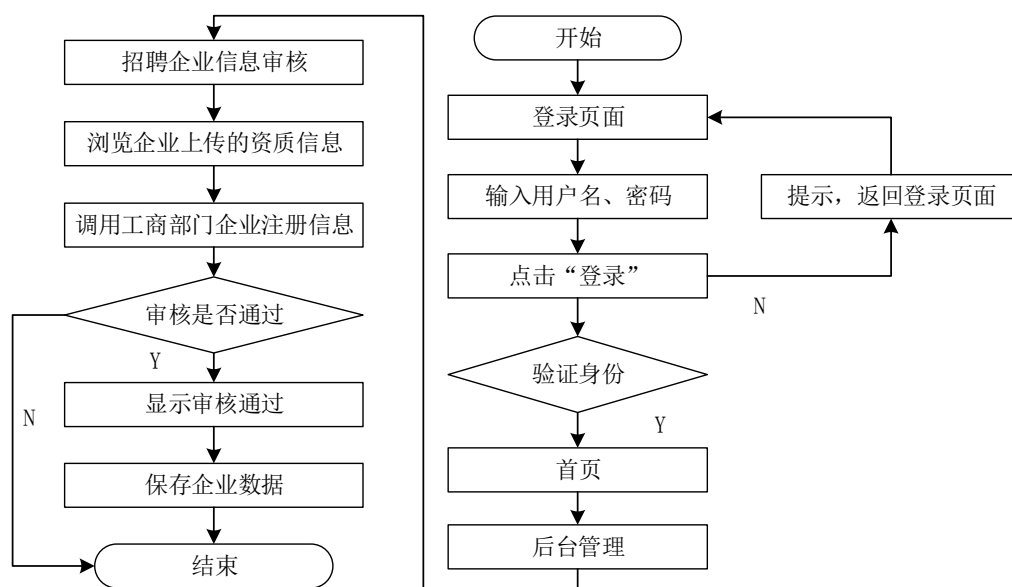


图 4-15 招聘企业信息审核流程图

4.3 协同过滤推荐算法设计

4.3.1 协同过滤推荐算法缺陷

由于协同过滤推荐模型应用于本课题研究的高职院校就业推荐系统中，存在着一些问题，如冷启动、实时性等问题，极大地限制了系统就业推荐结果的准确性，下面就这几个方面进行详细的介绍。

（1）冷启动问题

通过对国外文献的研究可以了解到，协同过滤技术存在冷启动的问题，极大地限制了算法被广泛应用的关键原因之一。由于该算法应用时需要历史行为数据。而系统中新用户和新职位并没有历史数据，比如新职位没有用户的评分，因此无法对其进行相似度的计算，从而推荐给用户。针对本次开发的高职院校就业推荐系统，协同过滤算法同样面临这样的困境，当新的职位引入系统中，由于没有评分那么则没办法推荐给用户。而由于新用户，系统没有收集到相关的数据，因此对它的兴趣偏好等无法进行计算与判断。那么也无法对它进行准确的推荐，这都会影响用户的体验，导致推荐系统不能够进行准确的推荐，也影响着系统引入新的用户和新的职位。

（2）实时性的问题

随着系统中存入的数据信息越来越多，推荐算法处理数据的响应时间会增加，从而影响用户的体验。由于快速发展的经济和大学办学规模，新用户和职位也逐渐增多。在进行相似度计算的过程中，评分矩阵也会逐渐增大。当过多的用户同时在线时，协同过滤推荐模型需要为同时为很多的用户提供推荐服务，导致系统用的时间越长，反应速度越来越长，从而影响系统的性能。随着日积月累，系统的数据积累，系统会出现崩溃。这时，实时性将限制系统进一步发展。推荐时间过程则会影响用户对系统的体验感，还会出现阻尼等现象，造成用户的流失，降低系统的应用价值。

4.3.2 协同过滤算法改进

（1）对冷启动的解决

为了有效地改善协同过滤算法存在的缺陷，需要对其进行改进。考虑到

现阶段协同过滤算法是以用户-职位评分为基础，从而忽略了对用户和职位本身的属性信息。相对来说，寻找合适的工作和招聘适合的人才，花费的时间和金钱比较多，需要进行慎重考虑。因此，在应用推荐算法时，不能简单的以内容为基础。前面提到的该算法具有启动问题，了解到该问题存在的原因。然后根据原因进行解决，针对系统引入的新用户，则以内容为基础来计算新用户的相似度，并寻找与之匹配的最近邻，根据近邻的数据为其就业推荐产品。对于系统引进的新职位，首先对新职位进行职位属性信息的更新，根据这些属性信息计算它的相似度，判断新职位的评分，然后将评分更新到用户职位评分矩阵中，从而达到后续为用户进行推荐的效果。

(2) 对实时性的解决思路。针对系统存在大量数据和用户后，如何使用系统从众多的数据中，尽快找出相似近邻的用户，即是解决实时性的问题。通过国外研究现状的梳理，对于该问题主要从以下角度进行解决：

当系统长期被应用过程中，用户和职位的数量会逐渐增多。这时系统中存储的数据和职位数据信息会越来越多。那么导致评分矩阵会逐渐增大。因此，推荐时会出现处理数据库时间较长的情况发生。当数据达到一定的量后，则会导致系统崩溃影响用户的体验。针对这一现状，本文通过引入职位属性，提出通过计算职位相似度代替传统的余弦算法通过这样的方式，有效地利用系统存在的大量评分矩阵，来计算相似度寻找最近邻居。除此以外，对于这一部分的计算，将系统划分为在线和离线部分，其中在线部分只响应用户提出的请求，对于需要大量计算的处理，则可以考虑在离线部分进行处理。在离线后台处理完后，提供给在线即可。通过这样的方式解决了因为用户和职位逐渐增多导致的推荐时间过长的问题，有效地解决了推荐算法实时性问题。通过上面的解决实时性问题的分析，需要在系统中建立用户属性信息和职位属性信息表。

高职院校就业推荐系统中用户属性信息，主要包含用户的基本信息和特征信息，如用户出生地、专业等，在充分了解用户的基本背景信息后，通过这些数据可以了解到用户的特征信息，如表4-1所示：

表 4-1 学生用户特征指标表

用户基本背景信息	用户特征信息
用户年龄	求职的目的
用户性别	求职的频率
用户专业	求职的意向
用户出生地	求职的偏好

除了用户的属性信息外，系统中的职位属性信息，主要包含职位的基本信息，如任职要求、福利待遇以及工作地点等，通过这些数据可以了解到职位的特征信息，如表4-2所示：

表 4-2 职位属性指标表

职位基本信息	职位属性信息
任职要求	企业职位工作内容
福利待遇	企业职位满意度
工作时间	企业职位阶段性
工作地点	企业职位空间性

以上述内容为基础，根据用户特征和职位属性的内容，构建高职院校就业推荐系统，在此过程中需要加入协同过滤算法，来解决该算法中存在的一些缺陷，如冷启动和实时性问题。

4.3.3 用户与职位评分相似度计算

(1) 用户与职位评分过程

(1) 对于系统具备历史行为数据的用户，则将其划分到拥有 K 个用户簇的集合中，即 (C_1, C_2, \dots, C_k) ，其中 $C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_k = C$ ， $C_i \cap C_j = \emptyset$ ， $i, j \in [1, k]$ 。系统中的用户 u 和用户 v ，属于用户簇之中，即有 $u, v \in C_k$ ， $k \in [1, K]$ ，从而有初始化后的矩阵，即用户-职位评分矩阵 FR ，通过矩阵从而计算系统用户的相似度，其中 $S_{uv} = A_u \cup A_v$ ，代表已具备职位集合，然后得出相似度较高的最近邻居集 $KNN(u)$ ，其中有 K 个， u 与 v 在属性 j 上的相似性计算公式。

$$sim(u, j)_{a_6} = \frac{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{ui} - \overline{R_u})(R_{vi} - \overline{R_v})}{\sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{ui} - \overline{R_u})^2} \sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{vi} - \overline{R_v})^2}} \quad (4-1)$$

(2) 针对系统之中的新用户 u ，则使用公式 (4-2) 进行计算新用户的相

似度，并找到与其相似的用户 v ，利用用户-职位评分矩阵进行计算，从而获得用户 u 对属性 j 预测评价分数值。

$$P(u, i)_{a_6} = \overline{R_u} + \frac{\sum_{v \in KNU(u)} sim(u, v) (R_{vi} - \overline{R_v})}{\sum_{v \in KNU(u)} sim(u, v)} \quad (4-2)$$

系统引入的最后的最后的数据结果，是计算预测评价分数值的平均值，得到综合预测评价分数，其计算公式如下（4-3）所示。

$$P(u, c)_{a_6} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{u,j} \quad (4-3)$$

（3）通过以上的的方式，计算出职位的评价分数，并将其按照分数的大小进行排序，从而产生推荐的序列，展示给系统中的用户。

（2）用户与职位评分相似度计算步骤

1）通过前面的分析，建立用户-项目评分矩阵，引出评分矩阵 R_{umn} ，其中 m 表示为项目个数， n 表示为属性个数。对于系统中的项目属性 j ，其用户评分矩阵则用 R 进行表示，其中矩阵的行表示为用户，列表示为职位。

现在假设系统中分别有用户 u_1, u_2, u_3 和职位分别 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 ，则有用户-项目评分表详见表 4-3 所示。

表 4-3 用户-职位评分表

用户	职位 i_1	职位 i_2	职位 i_3	职位 i_4	职位 i_5
u_1	5	5	5	5	5
u_2	3	5	3	5	3
u_3	3	5	3	5	3

这里将用实例讨论当用户对职位 j 的用户评分矩阵 R 。

$$R = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 3 & 5 & 3 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 3 & 5 & 3 \end{bmatrix}$$

对于职位的评分，往往是综合了多方面的因素进行，如职位任职要求、职位工作时间、基础设施等多方面对职位进行评分。

如表 4-4 所示是用户-职位多属性评分表，以上表 4-3 为基础进行的综合性评价，主要是通过对职位的多维度进行评价，即推荐指数、职位要求、职位薪资、工作地址，计算其平均值。

表 4-4 用户-职位多属性评分表

用户	职位 i_1	职位 i_2	职位 i_3	职位 i_4	职位 i_5
u_1	4 (5,5,3,3)	4 (3,3,5,5)	4 (5,3,5,3)	4(3,5,3,5)	4(3,3,5,5)
u_2	2 (3,3,1,1)	4 (3,3,5,5)	2 (3,1,3,1)	4(4,5,3,4)	4(3,3,5,5)
u_3	2 (1,1,3,3)	4 (5,5,3,3)	2 (1,3,1,3)	4(3,3,5,5)	2(3,3,1,1)

(2) 根据公式 (4-14) 计算属性 j 上目标用户 u 与其他用户 v 的相似性 $sim(u, j)$ 。

根据表 4.9 所示，可知用户 u 对职位 i 的矩阵 R_{ui} 分别为

$$R_{u_1i} = \begin{bmatrix} 5,5,3,3 \\ 3,3,5,5 \\ 5,3,5,3 \\ 3,5,3,5 \\ 3,3,5,5 \end{bmatrix}, \quad R_{u_2i} = \begin{bmatrix} 3,3,1,1 \\ 3,3,5,5 \\ 3,1,3,1 \\ 4,5,3,4 \\ 3,3,5,5 \end{bmatrix}, \quad R_{u_3i} = \begin{bmatrix} 1,1,3,3 \\ 5,5,3,3 \\ 1,3,1,3 \\ 3,3,5,5 \\ 3,3,1,1 \end{bmatrix}$$

根据表 4.9 所示，可知其他用户 v 对职位 i 的矩阵 R_{vi} 分别为

$$R_{v_{i_1}} = \begin{bmatrix} 5,5,3,3 \\ 3,3,1,1 \\ 1,1,3,3 \end{bmatrix}, \quad R_{v_{i_2}} = \begin{bmatrix} 3,3,5,5 \\ 3,3,5,5 \\ 5,5,3,3 \end{bmatrix}, \quad R_{v_{i_3}} = \begin{bmatrix} 5,3,5,3 \\ 3,1,3,1 \\ 1,3,1,3 \end{bmatrix}, \quad R_{v_{i_4}} = \begin{bmatrix} 3,5,3,5 \\ 4,5,3,4 \\ 3,3,5,5 \end{bmatrix},$$

$$R_{v_{i_5}} = \begin{bmatrix} 3,3,5,5 \\ 3,3,5,5 \\ 3,3,1,1 \end{bmatrix}$$

由上述得到的各个矩阵将其代入到公式 (4-14) 中，进行计算将得到用户 u 与用户 v 在职位 i 上的相似性，即有：

$$sim(u_1, u_2) = \frac{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{ui} - \bar{R}_u)(R_{vi} - \bar{R}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{ui} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{vi} - \bar{R}_v)^2}} \approx 0.823;$$

$$sim(u_1, u_3) = \frac{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{u_i} - \bar{R}_u)(R_{vi_1} - \bar{R}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{u_i} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{vi_1} - \bar{R}_v)^2}} \approx 0.765;$$

$$sim(u_2, u_3) = \frac{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{u_i} - \bar{R}_u)(R_{vi_1} - \bar{R}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{u_i} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{i \in S_{uv}} (R_{vi_1} - \bar{R}_v)^2}} \approx 0.699;$$

(3) 根据上述计算得出的 $sim(u, j)$ 值，对其按照大小进行排序，从中选出目标用户 u 的邻居集合 $KNN(u)$ ，数量为 K 个。

根据上述对相似性进行计算，可知不同用户之间的相似性大小如下所示：

$$sim(u_1, u_2) > sim(u_1, u_3) > sim(u_2, u_3);$$

而本次举例的介绍几个用户的邻居集合 $KNN(u) = \{u_1, u_2\}$ 。

(4) 在系统中，应用公式 (4-2) 计算用户 u 对职位属性 i 的评分结果，用 $P(u, i)$ 进行表示，随后应用公式 (4-3) 计算用户 u 对职位的综合评分结果，用 $P(u, c)$ 进行表示，得到评分结果后则是按照从大到小的结果，进行排序并显示 N 个职位并推荐给用户 u 。

结合公式 (4-2) 和提供的数据表 4-4 所示，计算用户 u 对职位在属性 j 上的评分进行计算 $P(u, i)$ ，得到表 4-5。

表 4-5 用户 u 对职位在属性 j 上的评分表

	职位 i_1	职位 i_2	职位 i_3	职位 i_4	职位 i_5
推荐指数	4.2	3.8	3.8	3.3	3.1
职位要求	4.6	3.2	3.2	4.5	3.9
职位薪资	3.5	4.6	4.7	3.1	4.1
工作地址	4.0	4.2	3.3	4.9	4.3

由表 4-5 所示，结合公式 (4-3) 计算，可得用户 u 对职位的综合评分值 $P(u, c)$ ，详见表 4-6 所示。

表 4-6 用户 u 对职位的综合评分值表

	职位 i_1	职位 i_2	职位 i_3	职位 i_4	职位 i_5
综合评分表	4.075	3.95	3.75	3.95	3.85

综上所述可以看出，综合性的评分结果可以较为准确的判断用户对于职位的偏好程度，这在于多属性的评价方式更加的全面。根据这种情况，本课题研究的用户与职位的关联，是关联的职位中各个属性信息，通过综合多方面的属性，获得评分并进行排序推荐，总的来说能够有效的提升推荐的质量和准确性。

4.3.4 协同过滤推荐算法类图

考虑到系统中每两个模块要应用数据，实现数据的共享，因此在数据的交互上，应该注意接口或类的衔接，考虑到这些并保障后续的有序进行，则以多用户为前提，设计协同过滤推荐算法的类图，详见图 4-16 所示：

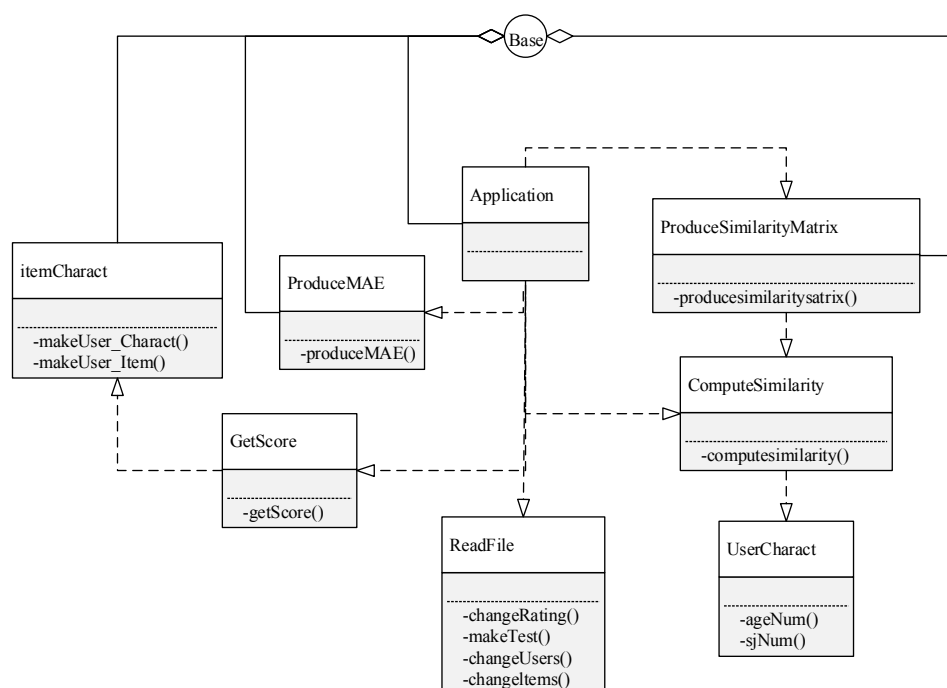


图4-16 引入以不同用户为基础推荐算法类图

在类图中可知，本次是以 Base 为总接口，对高职院校就业推荐系统中需要计算的参数进行了定义，如相似度、最近邻等；与此同时，选用 Application 为与其系统中各个功能之间调用的主类；通过将系统中输入数据由类 readFile 改写数据格式，并存入数组准备计算；计算用户相似度矩阵是由类 Produce

SimilarityMatrix 通过调用计算单个用户相似度的类 ComputeSimilarity 以及判断系统中用户基本信息，如年纪等差值的类 userCharact 从而得以实现；至于系统中的预测评分，则是通过 GetScore 以及判断职位特征，如风俗民俗等差的类 itemCharact 来得以实现；最后，则是要考虑如何计算评价算法的平均绝对偏差 MAE，这里则是使用 ProduceMAE 来得以完成。

4.4 系统数据库设计

对本课题设计并实现的系统中，数据库的设计要明确以下几个内容。首先要根据系统的用途和存储数据的大小等因素；然后则是根据系统中的各个实体，并进行深入的了解。

4.4.1 E-R 图

由于系统的数据库关系到系统运行过程中产生数据的存储问题，并涉及到系统中各个模块之间信息之间的调用与读取等操作，而保障系统数据库设计合理、科学，能够为系统后续运行提供必备的条件。

图 4-17 为高职院校就业推荐系统的 ER 图，从宏观上阐述了系统各个实体之间的关系，是设计数据库表的前提条件之一。

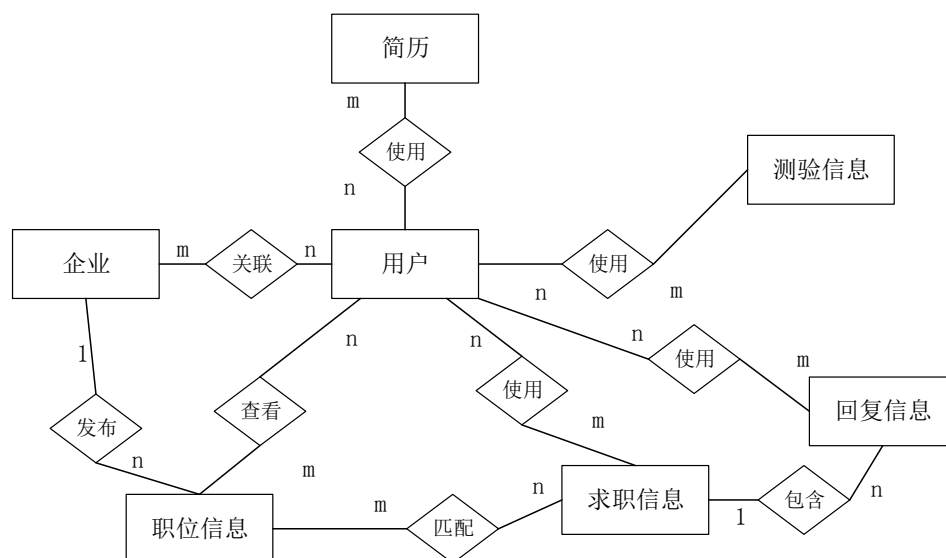


图 4-17 系统总体 ER 图

根据本次设计系统的实际情况，分析系统存在的各个实体，并明确各个实体之间的关系，以及实体相对于的属性信息，便于系统数据的存储和归类。通过对系统进行分析，可知系统具有简历、企业以及学生等多个实体，而各

个实体也有着自己的属性，系统中的各个实体相互联系起来将组成 ER 模型。

4.4.2 数据库表设计

高职院校就业推荐系统中，根据系统在运行过程中，一些实体信息的变化和数据的存储，本节对其中部分关键数据信息表进行阐述。数据库表的设计是以 ER 图为基础，根据图中的实体设计数据库表。

(1) 用户信息表

高职院校就业推荐系统中的用户信息表，主要存储了用户的登录时间、用户类型以及用户名等内容，见表 4-7 所示。

表 4-7 用户信息表

序号	英文字段名称	数据类型	字段长度	是否非空	描述	备注
1	User roles	varchar	4	否	用户角色	主键
2	User name	varchar	8	否	用户名	
3	User password	varchar	6	否	用户密码	
4	customer type	char	4	否	用户类型	
5	login time	Datetime	6	否	登录时间	
6	Access time	Datetime	6	否	访问时间	
7	Functional jurisdiction	varchar	4	否	功能权限	
8	Remarks	varchar	64	是	备注	

(2) 简历信息表

高职院校就业推荐系统中的简历信息表，主要存储了毕业生简历的相关信息，如毕业时间、学校等内容，见表 4-8 所示。

表 4-8 简历信息表

序号	英文字段名称	数据类型	字段长度	是否非空	描述	备注
1	Resume number	Number	8	否	简历编号	主键
2	Full name	varchar	4	否	姓名	
3	Health	varchar	2	否	健康状况	
4	Native place	varchar	8	否	籍贯	
5	Graduate School	varchar	6	否	毕业学校	
6	Graduation major	varchar	6	否	毕业专业	
7	Graduation time	Datetime	4	否	毕业时间	
9	Job intention	varchar	8	否	求职意向	
10	Wage requirement	varchar	2	否	工薪要求	
11	Speciality	varchar	16	否	特长	
12	work experience	varchar	64	否	工作经历	

13	Gender	varchar	2	否	性别
14	Political identity	varchar	2	否	政治身份
15	ID card No.	varchar	12	否	身份证号码
16	Contact information	varchar	12	否	联系方式
17	View times	varchar	4	否	查看次数
18	Remarks	varchar	64	是	备注

(3) 企业信息表

高职院校就业推荐系统中的企业信息表，主要存储了招聘企业用户的相关信息，如企业名称、招聘岗位等内容，见表 4-9 所示。

表 4-9 企业信息表

序号	英文字段名称	数据类型	字段长度	是否非空	描述	备注
1	Enterprise number	Number	6	否	企业编号	主键
2	Enterprise ID	varchar	4	否	企业 ID	
3	Enterprise name	varchar	8	否	企业名称	
4	Enterprise address	char	12	否	企业地址	
5	Industry	varchar	4	否	所属行业	
6	Tax number	varchar	8	否	纳税号码	
7	Financing situation	varchar	18	否	融资情况	
8	Details	varchar	32	否	详情介绍	
9	Recruitment post	varchar	8	否	招聘岗位	
10	Job requirements	varchar	12	否	任职要求	
11	Fringe benefits	varchar	12	否	福利待遇	
12	salary	varchar	4	否	薪资	
13	Remarks	varchar	64	是	备注	

(4) 职位信息表

高职院校就业推荐系统中的职位信息表，主要存储了招聘企业发布职位的相关信息，如发布企业、任职要求等内容，见表 4-10 所示。

表 4-10 职位信息表

序号	英文字段名称	数据类型	字段长度	是否非空	描述	备注
1	Position ID	Number	6	否	职位 ID	主键
2	Job title	varchar	4	否	职位名称	
3	Publishing Enterprise	varchar	8	否	发布企业	
4	Salary range	char	4	否	薪酬范围	
5	Release time	Datetime	4	否	发布时间	
6	Job requirements	varchar	12	否	任职要求	
8	Remarks	varchar	32	是	备注	

（5）测验信息表

高职院校就业推荐系统中的测验信息表，主要存储了系统中视频面试的相关信息，如测试人、时间以及得分等内容，见表 4-11 所示。

表 4-11 测验信息表

序号	英文字段名称	数据类型	字段长度	是否非空	描述	备注
1	Test ID	Number	6	否	测试 ID	主键
2	Name of test	varchar	4	否	测验名称	
3	Test content	varchar	12	否	测验内容	
4	major	char	6	否	专业	
5	Quizzes	varchar	4	否	测验人	
6	Test time	Datetime	12	否	测验时间	
8	Score	varchar	4	否	得分	
9	Remarks	varchar	32	是	备注	

4.5 本章小结

本章明确了系统的架构设计，并详细的对系统的功能进行了设计，主要包含个人中心、就业推荐、视频面试等功能，除此之外，系统数据库的设计也是系统设计必备的环节之一，关系到系统运行过程中产生信息的存储以及保存，而且系统设计的各个功能之间，还会存在数据的读取、调用等情况，总之，系统数据库的良好设计是系统稳定运行的保障。除此之外，实现高职院校就业推荐系统的推荐功能，还设计了协同过滤推荐算法，为后续的推荐提供基础。

5 系统实现

5.1 系统开发环境构建

对系统开发环境进行合理的配置是系统实现的基础，通常而言，系统对软件和硬件的环境都具有一定的要求，将对这两方面进行详细的介绍。与此同时，还将对系统开发工具进行陈述。

5.1.1 软硬件环境要求

（1）软件开发环境

高职院校就业推荐系统的系统使用 J2EE 体系框架进行开发，这种分层次的开发形式，能够极大的缩短开发的周期，与此同时，系统开发过程中还采用了 UML 建模语言。使用协同过滤算法，为系统中的毕业生和招聘单位提供推荐功能，对于不同用户之间的数据交换，则使用 JSON 格式进行交换。

考虑到系统后期的可扩展性以及存储问题，在数据库选择上选择具有云存储功能的 SQL Server 2016 数据库，保证了系统拓展性。

（2）系统硬件环境

对于高职院校就业推荐系统的硬件方面，配置的服务器使用 Intel I7、Windows Sever 2016；对于服务器的内存要求则要求在 8G 及以上，与此同时，硬盘存储空间大于等于 1T。

5.1.2 系统开发工具介绍

（1）开发语言

结合企业本身的特点，以及高职院校就业推荐系统将在两个平台上实现等因素，因此，在选择开发语言上采用 Java。该语言开发的系统安全系数较高，开发难度较低，有利于降低系统开发难度和开发时间，节约成本。除此之外，开发完成的系统，后期的可移植性会增强，对于系统的维护与可扩展性等方面来说，十分有益，能够进一步提高系统的经济价值。

（2）数据库选择

由于本次开发的平台，需要存储的数据较多，因此确定使用 SQL Server

2016。该数据库是在原有 SQL Server 发展而来，经过大量的软件应用可以了解到该数据库的适用性广、可移植性强以及具备高兼容性。与此同时，该数据库还引入了优化算法，对数据进行处理，提升了数据的利用率。除此以外，还支持多线程的操作与使用，能够充分的利用系统的内存。

5.2 系统主要功能的实现

5.2.1 用户登录功能的实现

随着社会不断的进步，人们对自身隐私也更加注重，并逐渐建立起了保护隐私的观念。当前社会上存在一些不法分子利用人们的信息进行违法犯罪，而本次设计的高职院校就业推荐系统涉及众多的毕业生与企业的信息，因此需要格外的重视数据安全，该系统禁止游客进行访问与登录，需要用户进行注册，登录后才能使用系统，进行权限类的一些操作。登录界面截图如下图 5-1 所示：



图 5-1 用户登录实现界面

以 LoginSagas 为例，对于登录这一操作，可能在用户开始登录，登录成功后需要进行一些异步请求，所以列出 loginSaga，loginSuccessSaga，另外用户退出账户时也可能需要进行 HTTP 请求，所以将 logoutSaga 放在此处。

在 loginSaga 内使用 takeLatest 方法监听 LoginTypes.LOGINAction，当接收到该 action 时，调用 login，login 本质上还是一个 saga，在里面处理异步任

务。requestLogin 方法就是一个登录 HTTP 请求，用户名和密码参数从 LoginTypes.LOGINAction 传递的负载取得，yield 语句取回请求响应，赋值给 res，随后通过响应内容判断登录是否成功。

登录成功，分发 LoginActions.loginSuccessaction，随后将执行监听此 action 的 reducer 及 loginSuccessSagasaga；

登录失败，分发 LoginActions.loginFailaction；put 是 redux-saga 提供的可分发 action 方法。

5.2.2 个人中心功能的实现

高职院校专业推荐系统中个人中心功能，主要是为高职院校毕业的学生设计，方便学生进行求职意向的管理以及关注企业等，极大地方便了学生毕业，求职过程中的迷茫，为学生提供一些必要的帮助。

个人中心功能模块的具体实现界面如下图 5-2 所示：



图 5-2 个人中心实现界面

由上图 5-2 所示可知，在个人中心功能中可以关注企业，通过点选每个企业前面的“□”来关注企业，也可以通过点全选前面“□”实现对该业界全部企业进行关注，也可以取消关注企业。

部分关键实现代码如下：

```
private ActionForward listEducate(ActionMapping mapping,
ActionForm form, HttpServletRequest request, HttpServletResponse response)
```

```

throws HibernateException {

    String educate=request.getParameter("educate");

    if(educate==null||"".equals(educate)||"0".equals(educate)){

        request.setAttribute("list",dao.listEducate(new
Byte("0").byteValue()));

    }else{

        request.setAttribute("list",dao.listEducate(new
Byte("1").byteValue()));

    }

    return mapping.findForward("success");

}

}

```

5.2.3 简历中心功能实现

在求职过程中，简历是毕业生重要的信息，因此就高职院校就业推荐系统而言，缓解毕业生的就业压力，增加高职院校毕业生的就业率是涉及该系统的重要目的之一。在简历中心功能中毕业学生可以在该功能中进行简历的编辑发布以及下载等，通过这样的方式，辅助毕业生进行简历的编制，从而实现就业推荐。

部分关键实现代码如下：

```

public String toString() {

    StringBuffer toStr = new StringBuffer();

    toStr.append("[Institution] = [\n");

    toStr.append("    id = " + this.id + ";\n");

    toStr.append("    name = " + this.name + ";\n");

    toStr.append("    reason = " + this.reason + ";\n");

    toStr.append("    createtime = " + this.createtime + ";\n");

    toStr.append("    explain = " + this.explain + ";\n");

}

```

```

        toStr.append("    ");\n");

        return toStr.toString();

    }

    public Institution populate(){

        Institution i=new Institution();

        i.setCreatetime(DateUtil.parseToDate(this.getCreatetime(),DateUtil.yyyyMMddHHmmss));

        i.setExplain(this.getExplain());

        i.setId(this.getId());

        i.setName(this.getName());

        i.setReason(this.getReason());

        return i;

    }

```

下图 5-4 所示是创建简历的实现截图。

图 5-4 简历创建实现界面

如上图 5-4 所示，在创建新简历过程中，需要填写毕业生的基本信息，如联系电话，电子邮箱以及简介等，除此以外，还需要填写求职意向和工作经

验等等内容。在创建简历之前，首先需要进入简历中心并根据系统提示进行相应操作。

在高职院校就业推荐系统中，除了需要对讲机创建外，还可以对简历进行其他的操作，如上传等，通过将简历上传到就业推荐系统中，从而发布给有意向的招聘单位，简历上传功能模块如下图 5-6 所示。



图 5-6 简历上传界面

通常情况下，上传简历需要对简历进行命名，并选择上传的文件夹和地址，具体的上传流程如图 5-7 所示，选择好上传路径后，点击上传按钮即可。如若上传成功，则进行提示上传成功，反之，则提示上传失败。

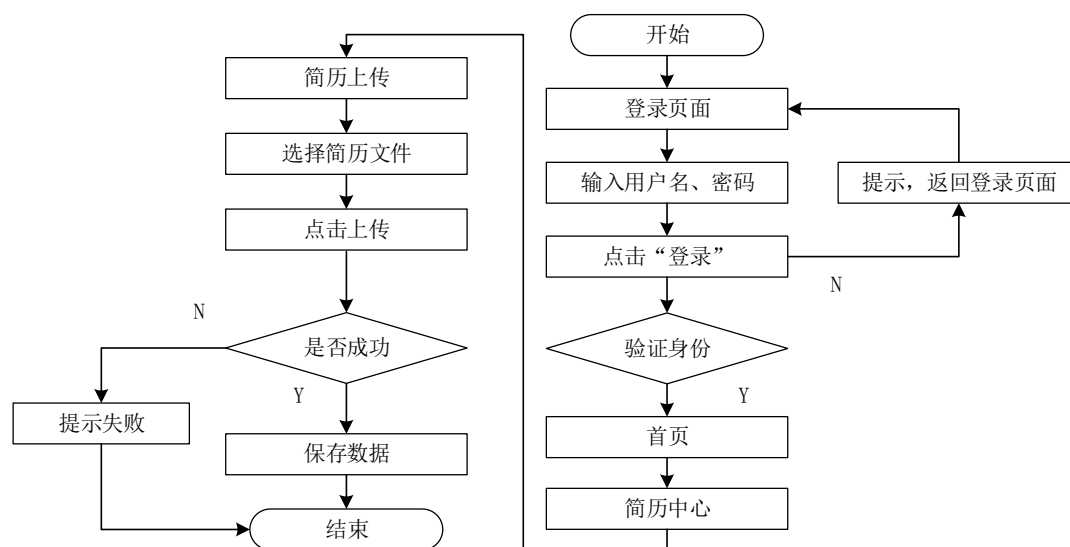


图 5-7 简历上传流程图

5.2.4 招聘中心功能实现

高职院校就业推荐系统中的招聘中心功能主要是一个信息交互中心，在该功能中可以发布信息。系统中的学生用户可以通过该功能发布自己的求职意向、工作经历，使招聘单位的人力资源师充分的了解自己给予自己视频面试的机会。对于企业招聘人员而言，通过发布信息，使毕业生了解企业以及企业招聘职位的任职要求等，吸引学生来投放简历以及来企业进行面试。

招聘中心功能模块的具体实现界面如下图 5-8 所示，在功能中需要填写信息名称以及内容，除此以外还可以添加图片。

图 5-8 招聘中心实现界面

该功能模块部分关键实现代码如下：

```
private ActionForward listJob(ActionMapping mapping, ActionForm
form, HttpServletRequest request, HttpServletResponse response){
    String isstock=request.getParameter("isstock");//获得 isstock 参数
    if(isstock==null||"".equals(isstock)){//如果 isstock 为 null 或者为空
        request.setAttribute("list",
            dao.listJob(new Byte("0").byteValue()));//查询所有没
            入库的应聘信息
    }else{
        request.setAttribute("list",
```

```
dao.listJob(new Byte("1").byteValue());//查询所有入
库的应聘信息
```

```
    }
    return mapping.findForward("success");
}
}
```

5.2.5 就业推荐功能实现

(1) 职位推荐

为高职院校毕业的学生进行职位推荐，首先需要毕业生及对职位设置条件进行检索，此过程中需要引入协同过滤推荐模型，根据学生的简历，求职意向以及工作经验等，综合性的为学生进行岗位的推荐，提升学生与岗位的匹配度，从而促成毕业生进行就业，缓解就业压力。

职位推荐功能模块的具体实现界面如下图 5-10 所示，条件设置中需要设置工作地点、企业规模以及休假制度等内容。

公司名称	职位名称	工作地点	企业规模	休假制度	操作
海洋信息科技有限公司	Java工程师	广州	50-100人	双休/五险一金/年假	查看详情
诺伊信息科技有限公司	Java工程师	广州	50-100人	双休/五险一金/年假	查看详情
顺通电子商务有限公司	Java工程师	广州	50-100人	双休/五险一金/年假	查看详情
豌豆荚科技有限公司	Java工程师	广州	50-100人	双休/五险一金/年假	查看详情

图 5-10 职位推荐界面图

推荐就业岗位时引入了协同过滤推荐算法，通过计算毕业学生用户与职位的相似度来实现推荐，其推荐结果是按照其匹配度的高低顺序进行排列。

(2) 学生推荐

对于企业招聘而言，从众多的高校毕业生中招聘到适合自己企业岗位的

毕业优秀人才十分困难，其中花费的时间和精力巨大，并且这并不是一两天的工程。考虑到以上内容，这里为企业招聘人员进行学生的推荐，通过匹配学生发布的简历和企业发布的职位要求，推荐毕业学生。

下图 5-12 是企业人力资源师发布新职位的界面图。

The screenshot shows a web application titled '就业推荐系统' (Employment Recommendation System) for higher vocational colleges. The user is logged in as 'admin'. The main menu on the left includes '个人中心' (Personal Center), '简历中心' (Resume Center), '招聘中心' (Recruitment Center), '就业推荐' (Employment Recommendation), '视频面试' (Video Interview), and '后台管理' (Backend Management). The '就业推荐' section is active, showing a '发布新职位' (Post New Job) form. The form fields are: '职位类别' (Job Category) with a dropdown, '职位名称' (Job Name) with a text input, '所属部门' (Department) with a text input, '月薪范围' (Monthly Salary Range) with '最低月薪' (Minimum Monthly Salary) and '最高月薪' (Maximum Monthly Salary) inputs, '工作城市' (Work City) with a text input, '工作经验' (Work Experience) with a dropdown, '工作性质' (Job Nature) with radio buttons for '全职' (Full-time), '兼职' (Part-time), and '实习' (Internship), '职位诱惑' (Job Incentives) with a text input, and '职位描述' (Job Description) with a large text area. There are '发布' (Post) and '返回' (Return) buttons at the bottom right.

图 5-12 职位发布界面截图

入驻高职院校就业推荐系统的企业用户想要发布职位信息，首先要进入就业推荐功能中，然后才能够发布新职位，在新职位的发布中，需要填写职位类别工作，城市工作经验以及学历要求等内容。

实现核心代码：

```
public List<object> produceRecommendScoreAndKNeighbors(int
userId,int[][] user_ Scenic spot base, double[] similarity;

// int KNEIGHBOUR= KNEIGHBOUR LIST get (0) ;

userId userId-1;

List< object> list= new Array List< object>();//保存预测矩阵，K 个邻近值
极其对应 userid

double[] matrix= new double[ COLUMNCOUNT];//保存目标用户对评分
为的职位的预测值

//得到 K 个近邻和 userid 开始

int[] id= new int[ KNEIGHBOUR]://存放 K 个最近邻 userId
```

```

double[] tempSimilarity = new double[ similarityMatrix.length];
//产生一个临时相似度矩阵变量，是为了相似度排序时和 userid
for(int j=0; j< tempSimilarity.length; j++){
tempSimilarity[j] = similarityMatrix[j];
}
Arrays.sort( tempSimilarity); //排序，升序
double[] similarity = new double[ KNEIGHBOUR]; //保存前 K 个相似度，从
大到小
for(int m= tempSimilarity.length-1; m> tempSimilarity.length
-KNEIGHBOUR; m--) {
for (int i= similarityMatrix.length; i++){
if (similarityMatrix[i] == tempSimilarity[m] && similarityMatrix[i] != 0.) {
similarity[flag] = tempSimilarity[m];
id[flag] = //保存前 K 个相似度的 userid
flag++;
}
}
}
list.add(similarity);
list.add(id);

```

对于系统中引入新的企业，由于新企业没有评分，无法将其推荐给用户。这时则需要将该企业的信息添加到职位属性信息之中，在进行相似度的计算，得到最近邻从而获得评分矩阵，这时系统则可以将企业所发布的岗位推荐给用户。

5.2.6 视频面试功能实现

在求职就业中面试仍然是一个重要的环节，一方面能够使毕业生充分的了解企业，另一方面也能够让企业招聘人员了解学生是否能够满足工作需求。

当然在面试中仍然以视频面试为主要组成部分，通常情况下都是由企业招聘人员向学生发起视频面试需求，学生和招聘人员约定好时间则可以在线进行视频面试，给予彼此更加深入了解的机会。

高职院校就业推荐系统中视频面试功能模块的具体实现界面如下图 5-14 所示，在面试过程中还可以适当的调节视频的音量。



图 5-14 视频面试界面图

为了进一步保证视频面试过程中的顺利，还可以对视频面试进行设置。当面试官和求职毕业生约好面试时间后，使用高职院校就业推荐系统中的视频面试功能进行面试。登录系统进入视频面试功能后，在视频接通之前，该系统会自动的弹出视频画面调节对话框框。此时，毕业生和面试官可以根据自己的实际情况，调整好视频面试的过程中画面的分辨率等内容，以此来保证视频面试的正常进行。

用户端通过 Web Socket 实时服务器上与服务器建立相应的连接。连接建立起来之后，用户端即调用设备函数 `get User Media`，这时系统用户端会弹出提示窗口，提示用户是否允许调用本机的摄像头以及麦克风等音频与视频设备，来完成视频的测验。如果当前需要进行视频面试并且用户已经调试好相应的设备的情况下，用户即可以选择允许系统调用视频与音频设备。此时设备函数 `get User Media` 启动回调函数 `success Callback` 并触发 `stream_created` 事件。

5.2.7 后台管理功能实现

由于本次设计并实现的是高职院校就业推荐系统，其中包含了大量的毕业生信息以及招聘人员的信息内容，因此需要对信息进行充分的管理。保证系统中数据的安全性，避免不法分子利用信息进行诈骗等，保证毕业学生和企业单位的利益。

在后台管理功能中，可以对学生的信息进行管理，实现界面图如下图 5-16 所示：

图 5-16 学生信息编辑界面图

HTTP 请求库使用的是 axios，它属于 Promise 格式而且是 HTTP 客户端，之所以使用 HTTP 请求库主要是由于以下几点原因：一是当浏览器发起 XMLHttpRequest 的同时，还可以对系统中的 node.js 端发起 HTTP 请求；二是支持 Promise；三是可以很好地拦截用户请求和响应；四是可以选择取消请求；五是具有自动转换 JSON 数据的功能。

5.3 本章小结

本章主要从以下两个方面对系统进行实现介绍，一是开发环境的构建，二是系统功能的实现。其中开发环境的构建主要是从软硬件环境和开发工具方面进行；而功能的实现则是通过对用户登录、个人中心以及就业推荐的多个功能进行界面实现图的阐述，一些伪代码的展示。

6 系统测试

6.1 系统测试环境

高职院校就业推荐系统的测试环境主要包含两个方面，一是系统的硬件环境，另一个是系统的软件环境。通过明确系统的硬件和软件环境，为测试结果提供有效的保障。

(1) 硬件环境

高职院校就业推荐系统的服务器端，根据系统的体系架构和布局可知服务器需要两台，分别是应用服务器和数据库服务器，其中运行内存为 64G，硬盘存储量为两 2TG。而数据库的处理器则为十核的 Intel Xeon E7-4830 v2，其中主频为 2.2GHz。与此同时还需要一些客户机，其中处理器为酷睿 i5，运行内存为 2G，存储量为 500G，客户机台数设置为 10 台。

(2) 软件环境

对于高职院校就业推荐系统的两台服务器则配置的是 Windows 10 的操作系统，进行数据的存储和应用服务。由于客户机的操作要求不高，因此这里配置的操作系统为 Windows 7。浏览器则是以 IE 和谷歌为最佳，其他也可。

6.2 系统功能测试

当高职院校就业推荐系统实现后，还需要对系统进行测试。在测试过程中，需要遵循软件项目测试的原则和方式，除此之外，还需要通过检测判断，系统是否达到设计的目标，是否能够快速的完成预期的功能以及各个按键是否能够识别，并正确的进行跳转。接下来将详细的对系统的测试进行说明。

(1) 对高职院校就业推荐系统进行测试，需要从测试中找出明显存在的 BUG，并进行及时的改进。

(2) 当然合理的测试方案，也是必不可少的，是保证系统进行科学测试的前提，也是保证得到的测试结果可信的条件之一。科学合理的测试方案，

能够检测全方位的对系统进行检测，找出潜藏在深入的问题。

(3) 对系统进行测试，发现问题并解决问题。根据高职院校的实际要求，本文对该系统进行测试，主要从两个方面进行，一个是功能方面，而使用的测试方法，并不是单一的测试方法，而是结合了黑盒与白盒的测试方法进行测试。这里对用户管理功能、课程管理以及教学管理等进行用例测试。另一个则是性能测试，主要是测试不同系统并发数时，用户使用系统中的部分功能，如查询等系统的响应时间和速度。

根据系统的设计目标和需要实现的功能，设计科学的测试方案，并对系统的功能进行全面测试，从而判断系统设计实现后，是否达到标准，其质量是否满足要求，接下来则对系统的部分功能测试进行阐述。

(1) 用户注册用例测试

对高职院校就业推荐系统的用户注册功能进行测试，通过用户在系统中进行操作，即输入数据，系统根据用户的操作，进行反馈得到实际的结果，并将其与预计内容进行对比，来判断本次开发完成的软件项目质量是否达标，详见表 6-1 所示。

表 6-1 系统注册测试用例表

用例描述	系统用户进入用户注册页面中，1 按照系统提示填写正确并且完整的注册信息；2 按照系统提示，漏填部分注册信息；3 使用不同的用户角色类型进行用户注册，如毕业学生用户、高职院校教师用户以及企业人力资源师用户等；测试系统实际反馈结果是否与预期结果相同。
用例目的	针对不同注册情况、不同用户进行用户注册时，系统是否能够按照预期进行相应的反馈并提示
用例编号	JYTJCS-01
前提条件	系统开发完成，并且具有用户注册功能
测试结果	在高职院校就业推荐系统中，需要将正确且完整的信息填写，录入到用户注册页面时，才能够完成用户注册；对于系统中使用不同角色身份用户进行注册，注册完成后，不同角色将获得不同的权限和用户功

能；根据结果显示，用户注册功能符合预期，测试通过。

（2）系统登录用例测试

对高职院校就业推荐系统的系统登录功能进行测试，通过用户在系统中进行操作，即输入数据，系统根据用户的操作，进行反馈得到实际的结果，并将其与预计内容进行对比，来判断本次开发完成的软件项目质量是否达标，详见表 6-2 所示。

表 6-2 系统登录测试用例表

用例描述	在高职院校就业推荐系统的登录页面，1 系统用户同时录入正确的用户名密码；2 系统用户录入正确的用户名，同时录入错误的密码；3 系统录入错误的用户名，同时录入错误的密码；测试系统实际反馈结果是否与预期结果相同。
用例目的	针对用户名和密码录入不同状态时，进行登录系统所做出的反应
用例编号	JYTJCS-02
前提条件	系统开发完成，并且用户注册完成并系统完成信息审核
测试结果	根据上述测试的结果，可以了解到用户只有同时录入正确的用户名和密码时，才能够成功登录进入系统，测试系统实际反馈结果与预期结果相同。测试通过。

（3）个人中心功能测试

对高职院校就业推荐系统的个人中心功能进行测试，通过用户在系统中进行操作，即输入数据，系统根据用户的操作，进行反馈得到实际的结果，并将其与预计内容进行对比，来判断本次开发完成的软件项目质量是否达标，详见表 6-3 所示。

表 6-3 个人中心测试用例表

用例描述	1 对高职院校就业推荐系统中个人中心功能所属的各个子功能进行可用性的检测；2 当毕业学生用户有未完成工作时，系统是否给予提示？ 3 测试个人中心功能中系统的各种配置，是否能够完成相应的功能？
用例目的	针对个人中心功能的各个模块，判断其可用性以及各个链接和按钮是

	否能够正常的运行
用例编号	JYTJCS-03
前提条件	系统开发完成，并且具有个人中心功能操作权限
测试结果	高职院校就业推荐系统中个人中心功能所属的部分子功能的均能够正常的使用；到毕业学生用户有没有处理完的任务时，系统会及时的进行提示；对于系统中的链接和各种设置均能够正常使用和跳转；测试通过。

（4）简历中心用例测试

对高职院校就业推荐系统的简历中心功能进行测试，通过用户在系统中进行操作，即输入数据，系统根据用户的操作，进行反馈得到实际的结果，并将其与预计内容进行对比，来判断本次开发完成的软件项目质量是否达标，详见表 6-4 所示。

表 6-4 简历中心测试用例表

用例描述	高职院校就业推荐系统中，毕业生用户登录并进入简历中心，在该页面中，1 创建简历；2 上传简历；3 删除简历
用例目的	针对简历中心设计的功能是否能够按照预期实现简易的管理以及各个按钮和链接是否正常使用和跳转
用例编号	JYTJCS-04
前提条件	系统开发完成，并且具有简历中心功能操作权限
测试结果	高职院校就业推荐系统中简历中心的各个功能，用户可以正常进行操作，且能够满足用户需求，其中的按钮和链接能够正常的使用和跳转，符合预期目标，测试通过。

（5）职位推荐模块的测试

对高职院校就业推荐系统的职位推荐功能进行测试，通过用户在系统中进行操作，即输入数据，系统根据用户的操作，进行反馈得到实际的结果，并将其与预计内容进行对比，来判断本次开发完成的软件项目质量是否达标，详见表 6-5 所示。

表 6-5 就业推荐测试用例表

用例描述	高职院校就业推荐系统中就业推荐，需要系统中的管理员，通过登录系统进入该模块进行相应的设置，从而启动推荐功能为学生和企业招聘人员实现双向推荐
用例目的	针对就业推荐功能，检测系统是否能够双向的进行推荐，即为学生推荐岗位以及为招聘单位推荐学生。
用例编号	JYTJCS-05
前提条件	系统开发完成，并且具有职位推荐功能操作权限，与此同时，系统中还需要具有可推荐的岗位与学生
测试结果	能够实现学生与岗位的双向推荐，而且推荐结果较为准确，测试通过。

6.3 系统性能测试

上述对系统的部分功能进行了测试阐述，系统性能测试也是重要的一个环节，同样会影响一个系统的整体体验，因此，这些还对系统的性能进行测试，主要是从连接测试和用户并发数两个大方面的测试，看是否满足需求。

（1）连接测验

系统中各个模块间的数据交互是否顺畅，前后台的通讯机制是否完善，这里则是通过经过重复性试验，才能得出测试结果，最后得出系统中的各个链接正常。

（2）多用户并发访问

当系统中的多个用户同时向系统发出请求时，通过定量的增加用户的数量，判断系统的并行负载能力，当然也需要经过多次进行试验，详见表 6-6 所示。

表 6-6 系统压力测试用例

序号	用户操作	预期响应时间	系统并发数（单位:人）					
		（单位:s）	200	400	600	800	1000	1200

1	登录跳转	小于 2S	0.4S	0.7S	0.8S	1.5S	2.0S	2.3s
2	新建简历跳转	小于 2S	0.4S	0.4S	0.4S	0.5S	2.0S	2.1s
3	上传简历	小于 2S	2.5S	2.5S	2.5S	3.0S	2.0S	2.5s
4	职位检索	小于 2S	1.2S	1.2S	1.3S	1.5S	1.8S	3.0s
5	信息查看跳转	小于 2S	1.5S	1.5S	1.6S	1.7S	1.7S	2.9s
6	保存信息跳转	小于 2S	1.6S	1.6S	1.6S	1.7S	2.0S	3.2s

图 6-1 为使用 LoadRunner 对系统进行压力测试的结果。当系统的并发数不同时，系统的响应速度也存在着较为明显的差异。

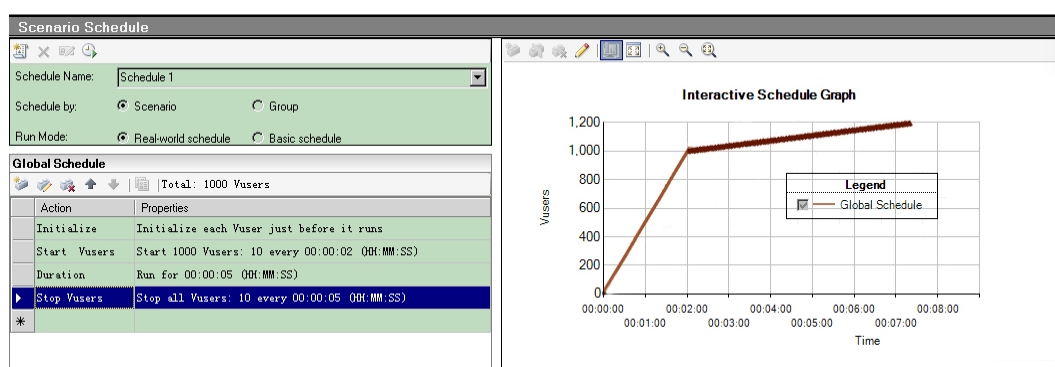


图6-1 系统压力测试

根据表 6-6 和图 6-1 的测试结果，可知当系统的并发数增加时，系统的响应时间、内存使用等也随之增加。系统用户并发数为 1000 人时，系统的响应时间均不大于 2.0s。根据对系统性能测试，表明系统的性能能够满足用户要求。

(2) 协同过滤推荐模型实时性校验

对比传统协同过滤推荐模型和本次推荐模型的推荐效率，见图 6-2 所示，通过对比两者的推荐速度，解决传统模型存在的实时性差的问题。

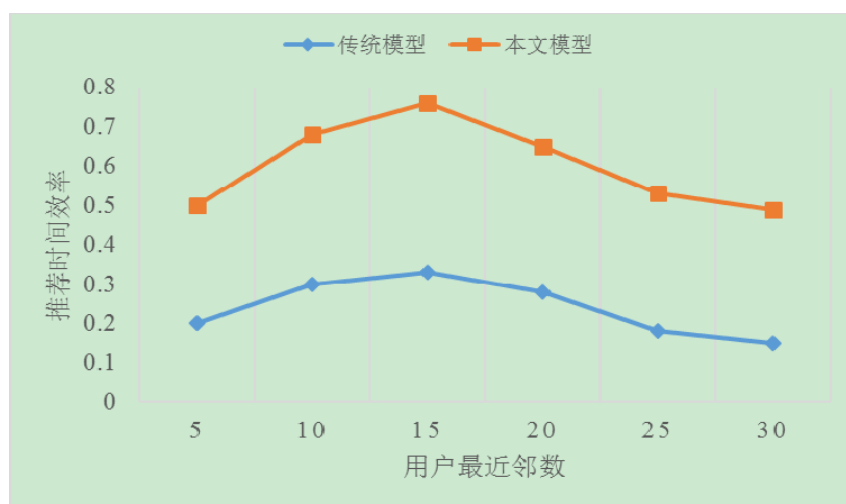


图6-2 实时性验证图

由上图 6-2 所示,可知在本次推荐系统中推荐的时间效率比传统推荐模型效率要高,不论用户近邻数低还是高,其推荐效率都要优于传统模型,由此可见本课题使用的推荐模型在推荐的实时性方面有所提升,改变了传统模型所存在的问题。

6.4 本章小结

本章对高职院校就业推荐系统进行了测试,通过测试来确定本次开发的系统是否达到设计标准,在进行测试时需要明确测试的方法,测试内容以及测试的方案,才能够找出系统内部的隐藏的问题,其次是全面对系统的功能和性能进行测试,最后对高职院校就业推荐系统测试的结果进行了阐述。

7 总结

7.1 总结

高职院校作为我国高等教育中不可缺少的一部分，为我国提供了社会所需要的技术型人才，在我国的经济发展中起着举足轻重的作用。高职院校毕业生就业问题一直备受社会关注，经常会发生一些毕业生毕业后找不到合适的工作，从而导致毕业季失业的现状，为了有效地缓解毕业生就业压力，本课题以高职院校为基础，运用信息化技术，实现高职院校就业推荐系统实现求职和招聘的双向推荐，有效地缓解就业压力。

具体内容总结如下：

（1）通过梳理国内外对高职院校毕业学生的就业情况，可知当前毕业生的就业环境相当严峻，从而提出运用信息化的技术手段改变当前现状需求十分迫切，并且具有十分重要的意义，本次开发的系统具有实用性和前景性。

（2）根据本人的工作经验和环境，并结合软件工程开发的专业知识，对系统用户进行深入的分析，主要是通过以调查问卷的形式进行。从不同的用户角度明确对系统的功能和性能的需求，如高职院校教师用户、学生用户以及就业管理处的用户等，与此同时，了解当前系统开发所应用的流行技术，综合系统用户的实际情况选择对系统开发有利的技术进行系统开发，在系统架构上使用 J2EE，这种分层次的形式能够极大地缩短开发周期，降低开发成本。

（3）在需求分析的内容上对系统进行设计，首先明确系统架构相当于确定了系统的整体框架。系统设计主要是对系统功能进行详细的设计，每个功能的工作时序都进行了详细的讨论，为了保证能够实现双向的推荐，在设计中还引入了协同过滤推荐模型，通过计算推荐过程中的相似度来实现岗位与学生的推荐，即为学生推荐匹配的岗位，与此同时也为企业招聘人员推荐适合岗位的学生，从而减少学生在求职对大量信息进行查阅等，避免了毕业生在毕业初期的迷茫与力不从心。除此以外，系统设计部分的数据库设计也是

本章的关键之一，由于数据库关系到系统的存储问题以及后续数据的调用等，在系统中占据着不可取代的位置。对系统数据库的设计主要是建立 ER 模型以及设计数据库表。

（4）由于高职院校就业推荐系统是采用分层次的方式进行设计，因此在功能实现上是以模块化的形式进行实现，通过系统需求分析和设计，系统主要是实现以下几个大的功能，分别是简历中心、就业推荐、视频面试以及后台管理等。系统的实现介绍主要是采用实现界面的截图形式进行阐述，与此同时还辅以流程图和伪代码。

（5）最后在系统实现完成之后，则需要对系统全面的测试，从而发现系统是否存在隐藏的问题，如若发现系统存在 Bug 或者是其他逻辑问题，则需要对系统进行修改，以保证系统能够顺利的完成设计预期目标。

7.2 展望

本次研发的高职院校就业推荐系统采用先进的开发思想，遵循软件工程开发规律，并深入了解用户的需求，从而实现了就业和招聘的双向推荐，基本满足用户现阶段需求。但是随着时间的发展和社会的进步，还可以在以下方面进行优化：

（1）系统的实现界面还可以进一步的美化，从而提高其友好性和便捷性。

（2）在后续的工作中，对本系统还可以引入云计算等技术，保障系统运行的流畅性，即采用云计算在后台对学生求职意向和岗位进行相似度计算。

除此以外，系统还需要留有接口，保障系统后期的可扩展性，同时也能够方便对系统进行维护。

参考文献

- [1] 黄耿生,葛丹玲.基于深度学习的就业推荐系统研究[J].电脑编程技巧与维护,2019(11):49-52.
- [2] 袁丽.服务大学生就业创业 中天人力开设高校 e 就业体验店[J].求贤,2019(11):46-47.
- [3] 尹秋颖.学校推荐获得就业好机会 在白纸上描绘缤纷色彩[J].招生考试通讯(中考版),2019(07):21-22.
- [4] Leonardi Matilde,Scaratti Chiara. Employment and People with Non Communicable Chronic Diseases: PATHWAYS Recommendations and Suggested Actions for Implementing an Inclusive Labour Market for All and Health in All Sectors.[J]. International journal of environmental research and public health,2018,15(8):41-42.
- [5] Benazizi Ikram,Ronda-Pérez Elena,Ortíz-Moncada Rocío,Martínez-Martínez José Miguel. Influence of Employment Conditions and Length of Residence on Adherence to Dietary Recommendations in Immigrant Workers in Spain.[J]. International journal of environmental research and public health,2018,15(11):32-33.
- [6] 王力,李红.论电子商务模式在高职院校就业推荐工作中的应用[J].价值工程,2018,37(22):232-234.
- [7] 褚蓉,刘玉升.高职院校智慧化就业推荐模式探索[J].教育现代化,2018,5(31):165-166.
- [8] 刘玉升,褚蓉.高职院校融合性就业服务平台的构建[J].教育教学论坛,2018(34):28-30.
- [9] 杨光泽.促进高校毕业生就业方法讨论[J].现代商贸工业,2018,39(30):78.
- [10] 唐新强.让就业工作成为水到渠成的事[J].江西教育,2016(31):24.
- [11] 栗丽. 基于 SOA 架构的就业信息管理系统的研究与设计[D].大连海事大学,2015.
- [12] 石义金. 面向就业知识需求的馆藏资源推荐研究[D].华中师范大学,2015.
- [13] 文秀军.浅议辅导员对大学生就业的影响[J].时代教育,2015(07):87.
- [14] 卢荣妹.大学生就业指导“六个一”教学模式研究[J].广西职业技术学院学报,2016,9(02):34-38.

- [15] 王丽.高职院校关工委指导就业帮扶工作思考[J].合作经济与科技,2016(17):176-177.
- [16] Shengbo Shi,Hexin Lv. A Framework of Graduate Employment Recommendation System and Key Technologies[P]. Proceedings of the 6th International Conference on Information Engineering for Mechanics and Materials,2016.
- [17] 尹传城. 高校毕业生就业推荐问题与算法研究[D].山东师范大学,2016.
- [18] Lilah Rinsky-Halivni,Miriam Klebanov,Yehuda Lerman,Ora Paltiel. Adherence to Voice Therapy Recommendations Is Associated With Preserved Employment Fitness Among Teachers With Work-Related Dysphonia[J]. Journal of Voice,2016(17):16-17.
- [19] Alfano Catherine M,Kent Erin E,Padgett Lynne S,Grimes Melvin,de Moor Janet S. Making Cancer Rehabilitation Services Work for Cancer Patients: Recommendations for Research and Practice to Improve Employment Outcomes.[J]. PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation,2017,9(9S2):87-88.
- [20] 张骏. 推荐系统多样性研究及其在就业推荐中的应用[D].山东师范大学,2017.
- [21] 何香君. 基于微信公众号的移动微型学习环境的应用探究[D].华东师范大学,2017.
- [22] 陈伟健. 基于深度学习的人力资源推荐算法研究[D].华南理工大学,2017.
- [23] 戴琼洁,范绍勇.数字化校园建设中就业指导中心信息系统设计[J].时代金融,2017(14):280-281.
- [24] Rinsky-Halivni Lilah,Klebanov Miriam,Lerman Yehuda,Paltiel Ora. Adherence to Voice Therapy Recommendations Is Associated With Preserved Employment Fitness Among Teachers With Work-Related Dysphonia.[J]. Journal of voice : official journal of the Voice Foundation,2017,31(3):75.
- [25] 罗汉炎.基于软件开发平台论 J2EE 和.NET[J].电脑知识与技术,2019,15(32):93-94.
- [26] 庄巧蕙. 基于 J2EE 的电子商务平台的研究与构建 [J]. 大庆师范学院学报,2018,38(06):59-63.
- [27] 袁梁. 基于 J2EE 的智慧社区学习网络系统构建 [J]. 信息技术与信息化,2018(10):110-112.
- [28] 张翔,席奇.基于 J2EE 的分布式系统开发的关键技术[J].电子技术与软件工

程,2018(19):52.

[29] 朱超. 基于 Petri 网的模式编程在 J2EE 中的应用[J]. 荆楚理工学院学报,2017,32(06):42-47.

[30] 宋涛.J2EE 技术下的交通安全信息系统设计[J].现代电子技术,2015,38(24):94-96.

[31] 薛岚. 基于短信猫+JavaMail 的 J2EE 快信系统项目的研发[J]. 现代经济信息,2015(23):314-315.

[32] Fabian Trautsch,Steffen Herbold,Jens Grabowski. Are Unit and Integration Test Definitions Still Valid for Modern Java Projects? An Empirical Study on Open-Source Projects[J]. The Journal of Systems & Software,2019.

[33] Guillermo Blanco,Roi Pérez-López,Florentino Fdez-Riverola,Anália Maria Garcia Lourenço. Understanding the social evolution of the Java community in Stack Overflow: A 10-year study of developer interactions[J]. Future Generation Computer Systems,2020,105.

[34] Fabian Trautsch,Steffen Herbold,Jens Grabowski. Are unit and integration test definitions still valid for modern Java projects? An empirical study on open-source projects[J]. The Journal of Systems & Software,2020,159.

[35] 岳青玲. Java 面向对象编程的三大特性 [J/OL]. 电子技术与软件工程 ,2019(24):239-240[2020-01-03].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1108.TP.20200102.1007.288.html>.

[36] Lantao You. Research on the Application of Code Automation Technology in the Construction of Case Library of Curriculum Group[C]. 济南林风文化传媒有限公司 .Proceedings of 2018 2nd International Conference on Economic Development and Education Management (ICEDEM 2018).济南林风文化传媒有限公司:济南林风文化传媒有限公司,2018:337-339.

[37] 钟绍辉.高职院校在线开放课程建设研究与实践——以湖南网络工程职业学院“Java Web 程序设计”为例[J].现代盐化工,2018,45(06):149-150.

[38] 潘言全.基于 JAVA 的商品网站的研究[J].科学技术创新,2017(36):97-98.

[39] Pepen Supendi,Andri Dian Nugraha,Nanang T. Puspito,Sri Widiyantoro,Daryono

Daryono. Identification of active faults in West Java, Indonesia, based on earthquake hypocenter determination, relocation, and focal mechanism analysis[J]. Geoscience Letters,2018,5(1).

[40] Tim Ford. How to Troubleshoot a SQL Server 2016 Migration[J]. SQL Server Pro,2017(17):176-177.

[41] Research and Markets; Sisense vs Digital Ware SQL SERVER Enterprise Business Intelligence - Microsoft BI Comparison Report 2019 - ResearchAndMarkets.com[J]. Computers, Networks & Communications,2019.

[42] 翁敏峰,万城睿.SQL Server 数据库中关联数据表的设计方法探讨[J].电脑知识与技术,2019,15(28):17-18.

[43] 袁梦丹.信息化教学方法在中职 SQL Server 数据库课程中的应用策略探究[J].科技经济导刊,2019,27(31):165.

[44] 张淑玉.SQL Server 数据库的备份与恢复[J].潍坊学院学报,2017,17(06):11-15.

[45] 皇甫大双.浅谈 SQL Server 中存储过程技术的研究与应用[J].电脑迷,2018(12):147.

[46] Mohammadpour Touraj,Bidgoli Amir Massoud,Enayatifar Rasul,Javadi Hamid Haj Seyyed. Efficient clustering in collaborative filtering recommender system: Hybrid method based on genetic algorithm and gravitational emulation local search algorithm.[J]. Genomics,2019,111(6):11-12.

[47] Wei Cai,WeiKe Pan,Jixiong Liu,Zixiang Chen,Zhong Ming. k -Reciprocal nearest neighbors algorithm for one-class collaborative filtering[J]. Neurocomputing,2019(7):76-77.

[48] 王永贵,刘凯奇.一种优化聚类的协同过滤推荐算法[J/OL].计算机工程与应用:1-9[2020-01-03].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2127.TP.20191207.1019.004.html>.

[49] 乔秀珍.基于智能推荐的图书馆管理系统设计[J].微型电脑应用,2018,34(12):76-78+82.

[50] 鲜征征,李启良,黄晓宇,陆寄远,李磊.融合显/隐式信任协同过滤算法的差分隐私保护[J].电子学报,2018,46(12):3050-3059.

[51] . Algorithms; Research Data from University of Colima Update Understanding of

Algorithms (An R Package for Multitrait and Multienvironment Data with the Item-Based Collaborative Filtering Algorithm)[J]. Biotech Week,2018(1):6-7.

致 谢

指缝很宽，时间太瘦，悄悄从指缝间溜走。在华东师范大学系统学习软件工程的这几年中，收获知识的同时也在生活中成长了很多。在写作的初期，遇到了很多的困难，但是办法总比困难多，通过不断请教导师、查阅资料，一点点的克服了挡在写作道路上的拦路石，生活也如同写作，总会有很多的不如意和困难之时，但都要想办法解决积极面对。

在此之际，要深深地感谢给我帮助的导师肖波教授，肖老师辛苦了！肖老师的教诲与帮助如同指引方向的灯塔，照亮我前行的道路，不至于迷失在黑夜中。