《智能搜索与推荐系统》教学大纲

课程编号：2121333B

课程类型：□通识教育必修课 □通识教育选修课

□学科基础课 □专业核心课

☑专业提升课 □专业拓展课

总学时：48 讲课学时：32 实验（上机）学时：16

学　分：3

考试类型：□考试 ☑考查

适用对象：计算机科学与技术专业

□是 ☑否 适合作为其他专业学生的个性化选修课

先修课程：数据库原理与应用、计算机网络技术、数据挖掘

一、教学目标

《智能搜索与推荐系统》是为计算机科学与技术专业开设的专业提升课程，主要介绍搜索引擎和推荐系统的工作原理及实践应用，并将自然语言处理、机器学习和深度学习等相关知识应用到搜索和推荐场景。通过本课程的学习，使学生深刻理解搜索引擎与推荐系统的基本原理和架构，系统掌握搜索与推荐的各种模型与关键技术，以及搜索引擎和推荐系统的评价与应用。通过本课程学习，应使学生将基础理论、基本原理与实践有机地结合起来，将一些基本的模型和算法应用到搜索和推荐的实际业务场景中。

目标1：掌握搜索引擎的工作原理及关键技术。

目标2：掌握推荐系统的基本原理和架构。

目标3：掌握搜索与推荐的各种模型与关键技术。

搜索与推荐是人工智能技术应用最早和最成熟的两个领域。在互联网快速发展的今天，信息呈爆炸式增长，而搜索引擎和推荐系统是解决信息过载最有效的方式。搜索引擎作为网站和应用的入口，地位越来越重要，推荐系统是拉动用户增长的利器，也是互联网流量变现的重要工具。本课程由浅入深，既有深入的理论分析，也有大量的实践内容，具有学习和实用双重意义，拉近了理论教学与实际应用的距离，学生在学习基础理论知识的同时可以很好地了解其在实际产品和企业中的应用，不仅可以指导学生择业，同时也为企业提供了展示企业文化、了解和选择学生的机会。

思政教学目标

本着“润物细无声”的理念，结合计算机科学与技术专业特点，在《智能搜索与推荐系统》课程教学中融入社会主义核心价值观，加强大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的教育。在课堂教学中挖掘思政元素，引导学生端正学习态度，树立正确的人生观、价值观、世界观；在实验教学环节中引入思政元素，塑造学生的工匠精神、创新精神；通过综合的课程设计训练，培养学生的团队协作、纪律观念以及良好的职业道德修养。通过课程思政目标的实现，使得学生在掌握扎实的专业知识的过程中，能获得良好的科学素养和职业道德修养，完成思政教育、专业教育、能力培养的有机统一。

二、教学内容及其与毕业要求的对应关系

本课程的核心内容包括搜索引擎技术和推荐系统两部分。搜索引擎技术部分系统讲述互联网搜索引擎的工作原理、架构以及各种搜索模型，推荐系统部分介绍推荐系统的原理、架构、各种推荐模型以及模型评价指标等，最后介绍机器学习、深度学习在搜索和推荐中的应用，以及具体算法的实现。课程的最终目的是让学生掌握搜索引擎和推荐系统理论知识的基础上，将其应用于实践中解决实际问题。

根据教学目标，拟采用的教学方法：课堂讲解、案例教学与上机操作相结合。课堂讲解基本概念和核心知识，讲授和讨论相结合领会知识要点，课堂讲解以方法的应用为主线，系统叙述搜索引擎和推荐系统的相关知识，使学生尽快掌握数据搜索引擎和推荐系统的基本概念，基本方法和应用背景；案例教学训练解决问题的能力；上机实践环节主要使用Java语言和Python语言进行实践操作，以加深学生对教学内容的理解和掌握。

学生学习时应该提纲挈领地掌握搜索引擎和推荐系统的原理与内容，除了按照指定的教材进行预习外，还要参考大量的参考文献，通过课后思考和练习题进行多角度和层次的反复学习。通过上机实践加深对本课程理论知识的理解，掌握网页抓取、文本内容提取、分词、索引以及信息查询等内容。

本课程涉及的内容广泛，很多内容需要学生课后学习，以提高学生的自学能力；同时，尽可能做到把理论知识与实际应用相结合，提高学生的动手能力与解决实际问题的能力。

三、各教学环节学时分配

以表格方式表现各章节的学时分配，表格如下：

**教学课时分配**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 讲课 | 实验 | 其他 | 合计 |
| 1 | 搜索和推荐的数学基础 | 4 |  |  | 4 |
| 2 | 搜索引擎和推荐系统简介 | 2 |  |  | 2 |
| 3 | 搜索引擎框架及原理 | 4 |  |  | 4 |
| 4 | 搜索引擎中的主要算法 | 6 | 2 |  | 8 |
| 5 | 搜索引擎工具及系统评价 | 1 | 2 |  | 3 |
| 6 | 推荐系统框架及原理 | 4 |  |  | 4 |
| 7 | 推荐系统中的主要算法 | 6 | 2 |  | 8 |
| 8 | 推荐系统的评价 | 1 | 2 |  | 3 |
| 9 | 基于电商的搜索应用实战 | 2 | 4 |  | 6 |
| 10 | 基于广告平台的推荐应用实战 | 2 | 4 |  | 6 |
| **合计** |  | **32** | **16** |  | **48** |

四、教学内容

第一章  搜索和推荐的数学基础

第一节 概率论基础

1. 概率定义

2. 随机变量

3. 基础的概率分布

4. 期望、方差、标准差、协方差

第二节 线性代数基础

1. 矩阵

2. 向量

3. 张量

4. 特征向量和特征值

5. 奇异值分解

第三节 机器学习基础

1. 导数

2. 梯度

3. 奇异值分解

4. 随机过程与隐马尔可夫模型

5. 信息熵

教学重点、难点：这部分的数学基础知识都是重点，其中的难点是张量、特征向量和特征值、奇异值分解、梯度、最大似然估计、隐马尔可夫模型。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

理解：概率的定义、随机变量、矩阵、向量、张量、导数和梯度的意义。

掌握：期望、方差、标准差、协方差的计算方法，特征向量和特征值的计算方法，奇异值分解的过程，隐马尔可夫模型和信息熵的计算。

应用：使用Python语言实现这些数学基础方法。

课程思政切入点：

从信息熵引出C.E.Shannon（香农），香农借助热力学中的热熵提出了“信息熵”的概念解决了对信息的量化度量问题，鼓励同学们要勤于思考、用于发现事物之间的联系，培养青年学生的创新能力。

复习思考题：

1. P(1,0,0)、Q(0,1,0)、R(0,0,2)是三维空间坐标轴上的三个点，计算PR与PQ之间的夹角。
2. P(-1,0,1)、Q(0,2,2)、R(0,-1,2)三个点正好可以围城一个三角形，计算三角形的面积。
3. 矩阵A=，将矩阵A进行分解。
4. 使用SymPy对*y*=lnsec*x*求导。
5. 函数*f*(*x*, *y*) = x2y+xy2，P = (-1,2)， = <3,4>，计算函数在P处*v*方向的梯度。

第二章  搜索引擎和推荐系统简介

第一节 搜索系统

1. 什么是搜索引擎及搜索系统

2. 搜索引擎的发展史

3. 搜索引擎的分类

第二节 推荐系统

1. 什么是推荐系统

2. 系统的发展史

3. 推荐系统应用场景

4. 推荐系统的分类

第三节 搜索与推荐的区别

第四节 知识图谱简介

1. 知识图谱概述

2. 知识图谱的表示与建模

3. 信息抽取：实体识别、关系抽取

4. 知识融合：实体对齐、实体消歧

5. 知识加工

教学重点、难点：搜索与推荐的区别、知识图谱的表示与建模、信息抽取、知识融合，其中知识图谱的表示与建模是本章的难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：搜索引擎与推荐系统的产生与发展、搜索引擎与推荐系统的分类、常用的搜素引擎、推荐系统应用场景。

理解：搜索引擎与推荐系统的概念、搜索与推荐的区别。

掌握：知识图谱的表示与建模、信息抽取、知识融合。

课程思政切入点：

从搜索与推荐技术的发展入手，引出任何一门影响巨大、意义深远的科学技术，其发展过程必然揭示了科学技术发展的基本规律以及影响其发展的主要因素，引导学生努力学生，掌握先进的科学技术，为祖国的发展贡献力量。

复习思考题：

* 1. 简述搜索引擎的定义。
  2. 目前常用的搜索引擎有哪些？
  3. 查文献撰写目前中文搜索引擎的研究进展。
  4. 查资料了解搜索引擎的评价指标和参数。
  5. 比较元搜索引擎和独立搜索引擎的优缺点。
  6. 在百度上查找带双引号的“搜索引擎”和不带双引号的搜索引擎，比较查找所用的时间和找到的相关项，解释为什么会是这样的结果。
  7. 分别使用万维搜索（http://www.widewaysearch.com）和搜狗（http:// www.sogou.com）搜索关键词“搜索引擎”，比较搜索结果。

第三章  搜索引擎框架及原理

第一节 搜索系统的框架

1. 基本框架

2. 搜索引擎的工作原理

第二节 数据收集及预处理

1. 爬虫

2. 数据清洗

3. 存储空间及分布式设计

第三节 文本分析

1. 查询处理

2. 意图理解

3. 其他文本分析方法

第四节信息索引技术

1. 顺排检索

2. 倒排索引

3. 后缀数组索引

4. 文本压缩技术

第四节 基于知识图谱的搜索系统

教学重点、难点：搜索引擎的工作原理、爬虫的基本原理、数据清洗的方法、信息索引技术中的倒排文档索引技术，网络爬虫的基本原理、网页抓取优先策略和倒排文档索引技术是本章的难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：搜索引擎的基本框架、顺排文档索引、基于知识图谱的搜索系统。

理解：查询处理、意图理解、抓取网页的实现、数据清洗。

掌握：网络爬虫的基本原理、网页抓取优先策略、PAGERANK算法、倒排文档索引、后缀数组索引和文本压缩技术。

应用：倒排索引的实现、使用PAGERANK算法计算网页的PageRank值。

课程思政切入点：

讲解爬虫的相关知识时强调爬虫抓取网页数据必须遵守互联网协议，并通过反面典型案例介绍互联网中不遵守道德规范付出的惨痛代价，以此引导学生理解信息世界中遵循道德规范的重要性，没有规矩不成方圆，从而培养学生责任意识、职业道德，增强学生的安全意识和法律意识。

讲解文本分析知识点时可以选择一些当前比较有影响力、正能量的事件（如新冠肺炎疫情关于最美逆行者的报道）作为教学案例与教学素材，从而激发学生的正能量。

复习思考题：

* 1. 搜索引擎由哪几部分组成？简述建立搜索引擎的工作原理。
  2. 简述常用的中文分词的方法。
  3. 上网查找有关中文分词的程序，并比较这些程序的优缺点。
  4. 简述搜索引擎中爬虫的工作原理。
  5. 除介绍的开源爬虫外，查资料了解还有哪些搜索引擎爬虫，它们有何特点。
  6. 从网上下载Jspider爬虫，抓取指定的网站，然后分析下载后网页的特点。
  7. 简述深度优先策略和广度优先策略，并比较它们的特点。
  8. 何为顺排文档检索？其主要特点是什么？
  9. 倒排文档索引与顺排文档索引的主要区别是什么？
  10. 对下列的文档先进行分词再建立倒排索引，索引列表中要包含文档编号和每个词出现的频率。

（1）农业银行行长跳槽中国银行

（2）农业银行行长加盟中国银行

（3）农业银行行长张云离开农行加盟中国银行

（4）农业银行行长跳槽中国银行与职位调整有关

（5）农业银行行长张云加盟工商银行

1. PageRank的原理就是对网页的链接进行分析，反向链接越多，网页越重要，如下图所示的一个网页链接的关系图，根据PageRank的计算公式对网页的pr值进行跌代计算，直到每个网页的PR值稳定为止，列出最终的PR值(假设初始每个网页的pr值为0.33，计算结果小数点后取一位数)。

第四章  搜索引擎中的主要算法

第一节 信息检索基本模型

1. 布尔模型

2. 向量空间模型

3. 概率检索模型

4. 其他模型

第二节 搜索和机器学习

1 排序学习

2. 排序学习示例

第三节 搜索和深度学习

1. DNN模型

2. DSSM模型

3. Transformer

教学重点、难点：检索模型、排序方法、搜索模型是本章的重点，也是本章的难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：信息检索的其它模型。

理解：布尔模型。

掌握：向量空间模型、概率检索模型、排序方法、DNN模型、DSSM模型、Transformer。

应用：使用概率检索模型实现中文文本检索。

复习思考题：

* 1. 比较布尔模型和向量空间模型的优缺点。
  2. 简述概率模型的理论并举例说明其应用。
  3. 布尔检索使用了哪些运算符？这些运算符有何作用？
  4. 有哪些种类的加权检索？各有哪些特征？

第五章  搜索引擎工具及系统评价

第一节 Lucene

1. Lucene的由来及现状

2. Lucene创建索引过程分析

3. Lucene的搜索过程解析

第二节 Solr

1. Solr特性

2. Solr的核心概念

3. Solr的核心功能

第三节 Elasticsearch

1. Elasticsearch的核心概念

2. Elasticsearch的核心功能

第四节 搜索系统的评价体系

1. 效率评价

2. 效果评价

教学重点、难点：用实例构建一个简单的搜索引擎，包含搜索引擎最主要的三个部分，并能提供基本的搜索服务。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：Lucene中形成索引的几个关键组件、了解Slor的两种部署方式、Elasticsearch的主要功能。

理解：Lucene切分原理与流程、Lucene中的Analyzer、Solr的核心功能、Elasticsearch的核心功能。

掌握：搜索系统的评价指标。

应用：构建一个小型垂直搜索引擎。

课程思政切入点：

互联网是搜索引擎的依托环境，也是大学生课余生活的主要阵地。互联网上多元的价值观和意识形态很容易让缺乏判断能力的年青人迷失方向，必须引导学生正确认识和使用网络，倡导网络道德自律，养成良好的使用网络习惯，自觉净化网络环境，提高大学生的信息素养。

复习思考题：

* 1. 使用IndexWriter建立索引，了解Lucene中形成索引的几个关键组件。
  2. 使用IndexSearcher进行搜索，了解对搜索结果的评分。并构建各种类型的搜索，如词条搜索、布尔搜索、前缀搜索、短语搜索、模糊搜索、通配符搜索等。
  3. 全文检索的主要技术指标有哪些？
  4. 如何提高全文检索的效率？
  5. 上网查询有关Web信息检索的关键技术，并撰写相关的论文。
  6. 如何评价信息检索系统的有效性？
  7. 简述Slor的两种部署方式及Solr服务器端的配置。

第六章  推荐系统框架及原理

第一节 推荐系统的框架及运行

1. 基本框架

2. 组件及功能

3. 推荐引擎的工作原理

4. 推荐系统的经典问题

第二节 推荐系统的冷启动

第三节 推荐系统的召回策略

1. 基于行为相似的召回

2. 基于内容相似的召回

第四节 推荐系统排序

1. 特征选择的方法

2. 推荐系统的排序过程

第五节 基于知识图谱的推荐系统

教学重点、难点：推荐系统的召回策略、推荐系统排序是本章的重点和难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：推荐系统基本框架中的组件及功能、基于知识图谱的推荐系统。

理解：推荐引擎的工作原理、推荐系统的冷启动、推荐系统的召回策略、推荐系统的排序过程。

掌握：特征选择的方法。

应用：用程序推荐系统的排序过程。

复习思考题：

1. 简述推荐引擎的工作原理。
2. 简述推荐引擎的召回策略。
3. 简述推荐系统的排序过程。

第七章  推荐系统中的主要算法

第一节 矩阵分解

1. 奇异值分解

2. 交替最小二乘

3. 贝叶斯个性化排序

第二节 线性模型

1. FM模型

2. FFM模型

第三节 树模型

1. 决策树模型

2. 集成算法模型

第四节 深度学习模型

1. Wide & Deep模型

2. Deep FM模型

教学重点、难点：矩阵分解、线性模型和树模型都是本章的重点，其中集成算法模型是本章的难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：深度学习模型Wide & Deep模型和Deep FM模型。

理解：FM模型、FFM模型、决策树模型、集成算法模型。

掌握：矩阵分解的方法。

应用：针对给定数据集使用各种模型实现商品推荐。

课程思政切入点：

集成算法的思想是把多个弱分类器组合成强分类器，由此引入团结协作精神，希望同学们在学习过程中既要有自主学习能力，又要具备团队协作精神。

复习思考题：

1. 简述基于信息熵进行划分选择的决策树算法。
2. 简述基于基尼指数进行划分选择的决策树算法。
3. 集成算法模型与决策树模型之间的关系。
4. 简述FM模型的原理。
5. 简述你知道的推荐领域中比较流行的深度模型。

第八章  推荐系统的评价

第一节 推荐评估的目的

第二节 推荐系统的评价指标

1. RMSE和R方

2. MAP和MRR

3. 其他相关指标

第三节 推荐系统的评估实验方法

1. 离线评估

2. 在线评估

3. 主观评估

教学重点、难点：RMSE、R方、MAP和MRR等评价指标是本章的重点和难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：推荐评估的目的、推荐系统的评估实验方法。

理解：推荐系统的评价指标。

掌握：RMSE、R方、MAP和MRR等评价指标。

应用：针对给定数据集使用各种模型实现商品推荐的基础上，对推荐结果进行评价。

课程思政切入点：

从搜索引擎的评价到推荐系统的评价，评价指标是多方面的，由此引申出对学生的评价不能只看学习成绩，引导同学们客观地综合评价自己和他人，要善于发现 别人的优点，也要勇于查找自己的缺点，学习别人的优点、改进自己的缺点，不断地提高和完善自己。

复习思考题：

1. 简述如何量化评估推荐系统的推荐结果。
2. 简述推荐系统的常用评价指标及如何选取。
3. 简述推荐系统的主要评估方法。

第九章  基于电商的搜索应用实战

第一节 电商搜索系统的架构设计

第二节 ES在搜索系统中的应用

第三节 NLP在搜索系统中的应用

第四节 商品数据排序算法研究

第五节 搜索排序的评价及优化

第六节 深度学习在搜索系统中的应用

第七节 电商搜索系统中的SEM

教学重点、难点：商品数据排序算法、搜索排序的评价及优化是本章的重点和难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：电商搜索系统的设计过程、ES和NLP在搜索系统中的应用、深度学习在搜索系统中的应用。

理解：搜索排序的评价及优化。

掌握：商品数据排序算法。

应用：实现基于电商的搜索系统。

复习思考题：

1. NLP技术在搜索引擎中有哪些应用？
2. 简述如何制定电商的商品排序策略。

第十章  基于广告平台的推荐应用实战

第一节 推荐系统的架构设计

第二节 推荐系统的召回和冷启动

第三节 ES在推荐系统中的应用

第四节 推荐系统中NLP的应用

第五节 推荐系统中粗排和精排

第六节 推荐系统的评价和优化

第七节 深度学习在推荐系统应用

教学重点、难点：推荐系统的召回、推荐系统中粗排和精排、推荐系统的评价和优化是本章的重点和难点。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：推荐系统的设计过程、ES在推荐系统中的应用、推荐系统中NLP的应用、深度学习在推荐系统中的应用。

理解：推荐系统的召回和冷启动、荐系统的评价和优化。

掌握：推荐系统中粗排和精排。

应用：实现基于广告平台的推荐系统。

课程思政切入点：

不管是搜索系统，还是推荐系统，其实现过程都是非常繁杂的，需要各方面团队成员等经过长时间不断沟通完善，从而引入团结协作精神，引导学生在平时的技术学习和实践中组成研究小组，协同攻关、合作共赢；遇到困难和挫折时鼓励同学们不畏艰难、协同攻关、及时沟通、合理规划、稳步前行。

复习思考题：

1. 简述推荐系统解决推荐系统中冷启动的思路和方法。
2. 简述推荐系统中召回、粗排和精排的过程。
3. 搜索系统和推荐系统之间的联系。

五、考核方式、成绩评定

本课程的考核分为平时考核及期末考核相结合的方式，平时考勤占10%，平时作业占30%，期末考试成绩占60%。平时作业包括课后练习、课堂案例讨论和上机操作实践等，分配比例根据实际任务进行调整。

期末考核采用开卷形式，试题内容以考核学生基本概念、基本理论、基本技能为主，要注重知识应用能力和解决问题能力的考核上，而知识点的记忆和理解要服务于学生能力的提高和巩固。

六、主要参考书及其他内容

1. 刘宇，赵宏宇，刘书斌，孙明珠著. 智能搜索和推荐系统：原理、算法与应用. 北京：机械工业出版社. 2021年2月
2. 王喆. 深度学习推荐系统. 北京：电子工业出版社. 2020年3月
3. 李群. 搜索引擎技术与应用开发. 北京：清华大学出版社. 2020年11月
4. 罗刚. 搜索引擎技术与发展. 北京：电子工业出版社. 2020年11月
5. 黄美灵. 推荐系统算法实践. 北京：电子工业出版社. 2019年10月
6. [美]弗朗西斯科·里奇著，李艳民译. 推荐系统：技术、评估及高效算法（原书第2版）. 北京：机械工业出版社. 2018年7月
7. 刘凡平. 大数据搜索引擎原理分析及编程实现. 北京：电子工业出版社. 2016年7月
8. 罗刚. 解密搜索引擎技术实战：Lucene & Java精华版（第2版）. 北京：电子工业出版社. 2016年1月
9. 山田浩之[日]，末永匡[日]著. 胡屹译. 自制搜索引擎. 北京：人民邮电出版社. 2016年1月
10. 痞子瑞. SEO深度解析——全面挖掘搜索引擎优化的核心秘密（第2版）. 北京：人民邮电出版社. 2016年6月

执笔人：覃爱明 教研室主任：高静　　系教学主任审核签名：