

华中科技大学本科毕业论文

毕业论文题目

学生姓名： 张三

学 号： 2020123456

专 业： 计算机科学与技术

学 院： 计算机科学与技术学院

指导教师： 李四教授

2025 年 5 月

原创性声明

本人声明所呈交的毕业论文是本人在导师指导下进行的研究成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何他人已经发表或撰写的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。

作者签名：_____

日期：_____

授权使用声明

本人同意华中科技大学保存并向国家有关部门或机构送交本论文的复印件和电子版，允许本论文被查阅和借阅。本人授权华中科技大学将本论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存和汇编本论文。

作者签名：_____

日期：_____

摘要

本文面向《电磁场与电磁波》课程知识结构复杂、概念抽象与答疑成本高等问题，围绕“知识图谱构建—大语言模型协同问答—系统原型实现—测试评估”展开研究。系统以企业微信内嵌 H5 或网页作为使用入口，采用前端—后端—AI 服务的分层架构，后端提供统一鉴权与权限控制。知识图谱由课程资料抽取、融合与结构化存储，支持概念、公式与定理等知识点的组织与检索；协同问答引擎引入 GraphRAG 检索增强，在图结构索引上下文中调用大语言模型，实现课程概念解释、公式理解与习题求解引导，并通过可控提示模板提升回答的可靠性与可追溯性。原型系统完成了知识库索引构建、问答交互与企业微信/网页集成方案，并给出了功能、准确性与性能的测试与评估思路，为后续规模化部署与教学验证提供基础。

关键词：知识图谱；大语言模型；检索增强；智能问答；企业微信；电磁场与电磁波

Abstract

This thesis addresses the complex knowledge structure, abstract concepts, and high Q&A workload in the course Electromagnetics and Electromagnetic Waves. It focuses on knowledge graph construction, a large language model (LLM) and knowledge graph collaborative QA engine, system prototyping, and testing. The system adopts an embedded H5 front end in WeCom or a web interface and a layered architecture with a Vue client, a Go/Gin backend, and an AI service. The backend provides unified authentication and RBAC. The knowledge graph is built by extracting, merging, and structuring course materials to organize concepts, formulas, and theorems for retrieval. The collaborative QA engine introduces GraphRAG-based retrieval augmentation, calling the LLM with graph-structured context to explain concepts, interpret formulas, and guide problem solving, while controllable prompting improves reliability and traceability. The prototype completes knowledge index construction, QA interaction, and WeCom/web integration, and outlines testing and evaluation for functionality, accuracy, and performance.

Keywords: knowledge graph; large language model; retrieval-augmented generation; intelligent QA; WeCom; electromagnetics and electromagnetic waves

目录

原创性声明	ii
授权使用声明	iii
摘要	iv
Abstract	v
第一章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.3 研究内容与任务要求	1
1.3.1 课题内容	1
1.3.2 课题任务要求	2
1.4 论文结构	2
第二章 方法与实现	3
2.1 需求分析与总体设计	3
2.2 系统架构	3
2.3 知识图谱构建	3
2.4 协同问答引擎设计	4
2.4.1 GraphRAG 检索增强	4
2.5 系统原型实现与企业微信集成	4
2.6 系统测试与评估	4
第三章 总结与展望	5
附录 A 附录	6
参考文献	7

插图

2.1 平台总体架构示意（占位） 3

表格

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

《电磁场与电磁波》课程是电子信息类、通信工程等专业的核心基础课程，知识点抽象、公式推导多且逻辑链条长，学生在自学与复习过程中容易出现概念混淆与步骤缺失。传统课堂与常规教学平台在即时答疑、过程性引导与知识结构呈现方面能力有限，教师在作业批改、答疑与学情分析中投入大量重复性工作。近年来，Transformer 架构^[1]推动大语言模型在自然语言理解与生成方面取得突破，对话式模型（如 ChatGPT）^[2]显示出辅助教学与答疑的潜力，但其幻觉与可解释性问题仍需外部知识约束。检索增强生成（RAG）^[3]与知识图谱^[4]提供了结构化知识支撑与可追溯机制，为构建面向课程教学的智能问答系统提供了新的技术路径。基于企业微信的 H5 入口具备便捷触达与组织管理优势，适合承载课程智能教学平台原型。

1.2 国内外研究现状

在教育信息化领域，学习管理系统与学习分析工具已实现课程资源管理、作业统计与学习过程记录，但对推导型课程的概念解释与解题引导支持不足。大语言模型在教育问答、自动反馈等场景中应用快速增长，研究重点从“能回答”转向“可追溯、可验证”，RAG 被广泛用于降低幻觉并提升答案依据^[3]。知识图谱作为结构化语义组织方式，在教材知识组织、概念关联与搜索推荐中具有优势^[4]，但与大模型深度协同的课程问答系统仍处于探索阶段。综上，面向《电磁场与电磁波》课程构建知识图谱并与大模型协同的问答引擎，具有明确的研究与应用价值。

1.3 研究内容与任务要求

本文围绕课程知识图谱与协同问答引擎的构建开展研究，主要内容与任务要求如下。

1.3.1 课题内容

- (1) 《电磁场与电磁波》课程知识图谱构建。
- (2) 大语言模型与知识图谱的协同问答引擎设计。

- (3) 系统原型实现与企业微信集成或网页实现。
- (4) 系统测试与评估。

1.3.2 课题任务要求

- (1) 深入理解大语言模型的基本原理及其应用范式，掌握至少一种主流 LLM 的 API 调用方法。
- (2) 掌握知识图谱的构建流程，能够针对《电磁场与电磁波》内容进行知识抽取、融合与存储。
- (3) 完成一个包含知识图谱管理、智能问答交互集成功能的完整系统原型。
- (4) 系统应能准确回答课程相关的概念、公式、定理等基础问题，并能进行简单的习题求解引导。
- (5) 完成毕业设计论文的撰写，论文应结构清晰、论证充分、代码和数据详实。

1.4 论文结构

本文共分三章：第一章介绍研究背景、研究现状以及课题内容与任务要求；第二章给出需求分析、系统架构与关键模块设计实现；第三章总结工作并展望后续改进方向。

第二章 方法与实现

2.1 需求分析与总体设计

平台面向管理员、教师、助教与学生四类角色，核心需求包括课程知识图谱构建与管理、协同问答交互、企业微信/网页访问与教学数据记录。系统需支持概念、公式与定理的准确问答以及简单习题的求解引导，同时强调回答可追溯性与安全性。非功能需求关注响应时间、并发能力、数据安全、可维护性与跨终端兼容性。基于上述需求，系统采用前后端分离与服务化架构，将知识图谱索引与大模型问答能力解耦，通过后端统一鉴权与权限控制，确保能力可扩展与可治理。

2.2 系统架构

系统整体采用“前端—后端—问答服务—知识图谱索引”的四层结构：前端提供企业微信内嵌 H5 与浏览器访问入口；后端提供业务 API、JWT 鉴权与 RBAC 权限控制；问答服务负责提示模板与模型调用；知识图谱以离线构建的图结构索引形式存储与检索。整体架构如图 2.1 所示。

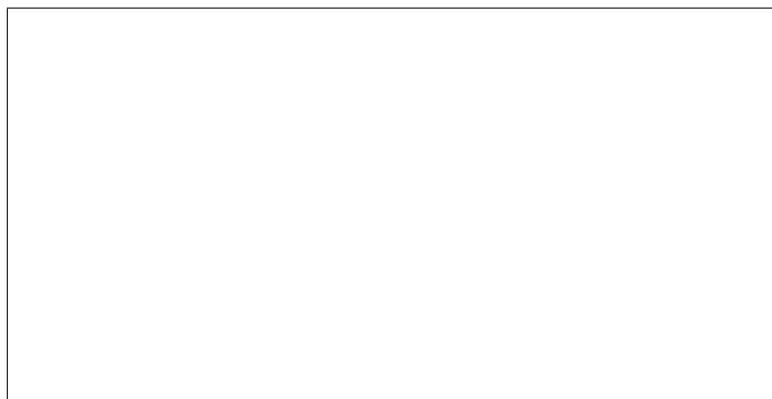


图 2.1：平台总体架构示意（占位）

2.3 知识图谱构建

知识图谱以课程讲义、教材章节、习题解析与教学文档为主要数据源。构建流程包括数据清洗、章节切分、知识点抽取与结构化组织，并建立概念、公式、定理与实

例之间的关联关系。原型阶段采用基于 Markdown 标题层级的轻量抽取方案，将章节作为节点、层级关系作为边，结合正文片段形成可检索的图结构索引，存储为 JSON 文件并支持离线更新。该方案便于快速构建课程级知识图谱，并可扩展到实体关系抽取与图数据库存储。

2.4 协同问答引擎设计

协同问答引擎采用 GraphRAG 的“检索增强 + 大模型生成”流程：用户问题首先映射到知识图谱索引进行检索，得到相关知识片段与节点上下文；随后将检索结果与系统提示模板一起输入大语言模型，生成可追溯的回答。为满足教学场景需求，系统设计了概念解释、公式验证与习题引导等多种模式，要求回答引用检索片段并避免直接给出完整答案。该设计兼顾答疑效果与安全控制，提升回答一致性与可信度。

2.4.1 GraphRAG 检索增强

GraphRAG 将课程知识图谱的节点关系与文本片段索引结合，形成“图结构 + 片段检索”的混合检索机制。检索阶段先召回与问题相关的片段作为种子，再沿知识图谱邻接关系扩展候选片段，最终进行重排序并截断上下文长度。该机制在保证相关性的同时扩大了上下文覆盖度，便于模型在回答时引用节点关系与章节结构，提高回答的可追溯性与一致性。

2.5 系统原型实现与企业微信集成

前端基于 Vue 3 + Vite 实现 H5 页面，兼容企业微信内置浏览器与普通浏览器；后端采用 Go/Gin 实现 API 与权限治理，支持账号密码登录并预留企业微信 OAuth 接入。问答服务基于 FastAPI 实现，对接 OpenAI 兼容接口并内置多种系统提示模板；当请求模式带有 `_rag` 后缀时，服务加载 GraphRAG 索引并注入检索片段。原型核心接口包括 `/api/v1/auth/login`、`/api/v1/auth/wecom`、`/api/v1/ai/chat` 等，部署层面提供 Docker Compose 配置以便快速启动与验证。

2.6 系统测试与评估

测试与评估围绕功能正确性、问答准确性与系统性能展开。功能测试验证知识图谱索引构建、问答流程与登录鉴权的完整性；准确性测试可采用人工标注的课程问答集，统计概念解释正确率与引用一致性；性能测试关注典型问题的响应时间与并发稳定性。上述指标可结合真实课程数据进一步补充，形成可量化的评估体系。

第三章 总结与展望

本文围绕《电磁场与电磁波》课程知识结构复杂与答疑负担重等问题，完成了课程知识图谱构建、大语言模型与知识图谱协同问答引擎设计以及系统原型实现。原型采用企业微信内嵌 H5/网页作为入口，后端提供统一鉴权与权限控制，问答服务通过检索增强与可控提示模板提高回答的可追溯性与安全性，并形成了可部署的系统架构与接口方案。

后续工作可从以下方面继续推进：一是完善知识抽取与融合策略，引入实体关系抽取与图数据库，提高知识图谱的细粒度与可维护性；二是构建更系统的课程问答评测集，量化准确率、引用一致性与教学效果；三是优化检索与上下文压缩策略，降低响应时延；四是完善企业微信 OAuth 与消息推送能力，提升真实教学场景下的使用体验。

附录 A 附录

在此放置补充材料，例如证明、额外实验结果或关键代码片段。

参考文献

- [1] VASWANI A, SHAZER N, PARMAR N, et al. Attention Is All You Need[C/OL] //Advances in Neural Information Processing Systems: vol. 30. 2017. <https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fb053c1c4a845aa-Paper.pdf>.
- [2] OpenAI. ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue[EB/OL]. 2022. <https://openai.com/blog/chatgpt>.
- [3] LEWIS P, PEREZ E, PIKTUS A, et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks[C/OL]//Advances in Neural Information Processing Systems: vol. 33. 2020. <https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/file/6b493230205f780e1bc26945df7481e5-Paper.pdf>.
- [4] HOGAN A, BLOMQVIST E, COCHEZ M, et al. Knowledge Graphs[M/OL]. Morgan & Claypool Publishers, 2020. <https://www.morganclaypool.com/doi/abs/10.2200/S01045ED1V01Y202009DSK016>.