中西医结合辅助诊疗大模型 Capstone 项目

1. 项目概述(Introduction)

背景与目标

中西医结合诊疗强调"病证结合",在皮肤病等慢性病管理中具有独特优势。然而,临床实践中常面临辨证标准模糊、知识体系割裂、问诊路径不规范等问题。本项目旨在构建一个AI驱动的中西医结合问诊辅助系统,在医生与患者对话过程中实时分析问诊逻辑、检测事实偏差、推荐关键问题或辨证方向,从而提升诊疗规范性与准确性。

注意:本系统不扮演病人,而是作为"智能协作者"嵌入真实问诊流程,提供过程级反馈(如:"您尚未询问皮损是否渗出,建议补充以鉴别湿热证")。

核心功能

- 实时对话理解:解析医患对话中的症状、体征、病史等信息;
- 中西医知识对齐:自动映射西医症状 ↔ 中医证型(如"红斑+瘙痒+口苦"→"风热证");
- 问诊完整性检测:基于标准诊疗路径,识别缺失的关键问题;
- 动态建议生成: 推荐下一步应问的问题、需鉴别的证型或检查项;
- 过程评估报告:问诊结束后生成结构化评估(覆盖辨证逻辑、中西医整合度等维度)。

创新点

- 1. RAG+GraphRAG 双引擎知识增强:融合结构化中医知识图谱与非结构化西医文献,实现跨体系语义对齐;
- 2. 长链路 Chain-of-Thought (CoT) 推理:模拟"症状→辨病→辨证→立法→处方"完整中医思维链;
- 3. 对抗式模仿学习(GAIL):通过真实专家问诊轨迹训练,使模型学会"何时问什么";
- 4. 多智能体协作架构:中医智能体与西医智能体独立推理后融合建议,模拟多学科会诊;
- 5. 过程导向评估机制:不仅关注诊断结果,更评估问诊逻辑的完整性与合理性。

预期成果

- 1. 本学期内:
 - 。 完成皮肤病知识图谱的构建;
 - · 搭建皮肤病诊疗专家Agent;
 - 。 用于辅助诊疗的explainable AI system;
 - 。 可使用的简单web应用;
- 2. 项目完成时:
 - 。 技术成果:
 - 1套支持多病种的中西医结合问诊辅助系统(Web端)
 - 4个专科知识库(皮肤病、消化、妇科、儿科)
 - 开源GraphRAG构建工具链(针对中医典籍)
 - 。 学术成果:
 - 技术报告 / 会议论文(如AMIA、NeurIPS ML4H)
 - 可复现的CoT+GAIL医学问诊训练框架

- 初期聚焦皮肤病(湿疹、痤疮、银屑病等),因其症状直观、中西医诊疗路径清晰;
- 验证可行性后,扩展至消化科、妇科等病证结合成熟的领域。

2. 总体实现架构(Overall Implementation Architecture)

系统架构 (三层设计)

数据层

- 西医知识源:
 - 教科书: 《安德鲁斯皮肤病学》《中国临床皮肤病学》
 - 。 文献: PubMed、arXiv 医学论文
 - 数据集: ISIC(皮肤影像)、SD-198(中文皮肤病图像+标签)
- 中医知识源:
 - · 典籍: 《外科正宗》《医宗金鉴·外科心法要诀》
 - 教材: 《中西医结合皮肤性病学》
 - 医案: 合作医院脱敏真实病历(含四诊信息、方药、疗效)
- 多模态对齐数据:
 - 图像-文本对(皮损照片+西医描述+中医辨证)
 - 。 医患对话日志 (来自 CMDD 等中文医疗对话数据集)

预处理重点:构建"西医症状 ↔ 中医证候"映射表,作为 GraphRAG 的边关系。

模型层(核心创新区)

模块	功能	技术实现
RAG 检索器	从非结构化文献中检索相关西 医指南/研究	Dense Retrieval(如 Sentence-BERT) + LLM 重 排
GraphRAG 引擎	从中医知识图谱中推理证型-治 法-方剂路径	Neo4j + LLM-based graph query(如 Cypher 生成)
CoT 推理模块	生成可解释的诊断推理链	结构化提示 + LLM(如 LLaMA-3-8B)
对抗学习模块 (GAIL)	学习专家问诊策略	状态=当前问诊上下文,动作=推荐问题,奖励= 专家轨迹相似度
多智能体协调器	融合中医/西医建议	基于置信度加权或辩论机制(如 Agent Debate)

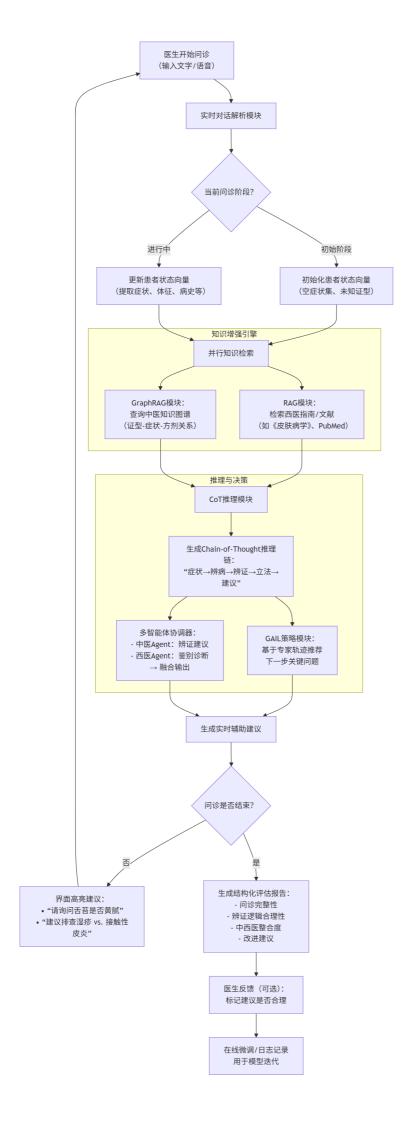
应用层

- Web/移动端界面: 医生输入或语音转写对话,系统实时高亮建议(如侧边栏提示: "建议询问舌苔颜色以辨湿热");
- 评估报告生成器:问诊结束后输出 PDF 报告,含问诊覆盖率、辨证准确率、改进建议;
- 反馈闭环: 医生可标记建议是否合理, 用于在线微调。

工作流程

- 1. 医生开始问诊(文字/语音);
- 2. 系统实时解析对话, 更新患者状态向量;
- 3. RAG+GraphRAG并行检索中西医知识;
- 4. CoT 模块生成当前推理链(如:"患者主诉瘙痒剧烈、皮疹色红 → 风热证可能性高 → 需确认是否伴发 热、脉浮数");
- 5. GAIL 模块推荐下一步问题(如:"请询问是否怕风、有无发热");
- 6. 多智能体协调器输出最终建议;
- 7. 问诊结束,生成评估报告。

工作流程图



扩展性设计

- 知识库插件化:新增科室只需注入对应知识图谱+文献库;
- 模块解耦: RAG/GraphRAG/CoT 可独立升级。

3. 技术架构与技术选型

核心技术栈

组件	选型	说明
基座模型	LLaMA-3-8B / Qwen2-7B	开源、支持中文、适合微调
RAG 框架	LlamaIndex + LangChain	支持混合检索(向量 + 关键词)
GraphRAG	Neo4j + LLM-based Cypher Generator	构建"证型-症状-方剂"三元组图谱
CoT 训练	结构化提示 + SFT + DPO	使用教材/指南生成 CoT 样本
对抗学习	GAIL 实现(基于 Stable Baselines3)	状态空间=对话历史嵌入,动作空间=预定义问题集
多智能体	LangGraph / AutoGen	支持智能体间消息传递与决策融合
部署	FastAPI + React + Whisper(语音)	轻量级,支持医院内网部署

关键技术说明

RAG + GraphRAG 融合机制

- RAG: 处理最新西医指南、药物禁忌等非结构化知识;
- GraphRAG: 处理中医辨证逻辑(如"湿热证 \rightarrow 龙胆泻肝汤 \rightarrow 忌辛辣");
- 融合策略: LLM 作为"仲裁者",综合两者输出生成最终建议。

长链路 CoT 与可解释性

参考 X-Ray-CoT (arXiv:2508.12455) 思路,将问诊过程分解为:

发现阶段(识别症状) \rightarrow 推理阶段(辨病+辨证) \rightarrow 决策阶段(建议检查/治疗) 每步生成自然语言解释,供医生审查。

对抗式学习(GAIL)实现

- 专家轨迹:来自合作医院的标准化问诊录音(转文本);
- 智能体策略: 基于当前对话状态, 从预定义问题库中选择最优问题;
- 训练目标:最小化智能体行为与专家行为的分布差异(JS 散度)。

4. 可行性分析与风险管理

技术可行性

• RAG/GraphRAG: LlamaIndex、Neo4j 社区成熟;

- CoT: X-Ray-CoT 等工作已验证医学 CoT 有效性;
- GAIL: 在机器人、游戏领域广泛应用, 医学对话可简化状态空间。

数据可行性

- 初期使用教材+公开数据集构建合成轨迹;
- 后期通过医院合作获取真实问诊数据(需伦理审批)。

风险与应对

风险 	应对
中医知识图谱构建成本高	聚焦皮肤病,限定证型数量(≤5/病种)
实时性要求高	采用缓存机制 + 轻量化模型(如蒸馏版 LLM)
医生信任度低	强调"建议非强制",提供 CoT 解释链

5. 项目阶段规划(12周)

▶ Phase 1: 皮肤病专科MVP构建(Month 1–3)

月份	核心任务	交付物
M1	知识基建 - 构建皮肤病中西医知识图谱(证型-症状-方剂) - 集成西医文献RAG库(教材+PubMed) - 设计CoT推理模板(参考X-Ray-CoT思路)	- Neo4j图谱(≥50节点) - RAG检索测试集 - CoT提示词模板
M2	核心引擎开发 - 实现RAG + GraphRAG融合推理 - 微调LLM支持皮肤病CoT生成 - 搭建GAIL仿真环境(合成专家轨迹)	- 可运行推理API - CoT报告样例 - GAIL训练框架
М3	系统集成与验证 - 开发Web界面(实时建议+评估报告) - 内部测试(5–10名医学生) - 专家评审(2–3位中西医皮肤科医生)	- MVP系统 - 用户反馈报告 - 评估指标(问诊覆盖率、建议采纳率等)

☑ 成功标准:系统能对湿疹/痤疮等病症的问诊过程提供合理建议,并生成可解释评估。

▶ Phase 2: 多病种泛化与框架固化 (Month 4–8)

月份	核心性务	父 付物
M4	扩展消化科 - 构建消化系统知识图谱(如"肝郁脾虚→逍遥散") - 对齐西医诊断(如IBS、慢性胃炎) - 复用并微调现有CoT/GAIL模块	- 消化科知识库 - 跨病种CoT适配方案

月份 核心任务 交付物

扩展妇科

- 构建妇科辨证体系(肾虚、血瘀、肝郁等) M5

- 整合激素检查、B超等西医指标

- 优化多智能体协调逻辑

- 妇科知识库

- 多模态(文本+检查)融合策略

扩展儿科

M6

M7

- 聚焦小儿常见病: 感冒、咳嗽、厌食、积滞、夜啼

- 儿科知识库

- 引入"小儿生理病理特点"(如"脾常不足""肺常不足")

- 家长-医生对话模块适配

- 构建家长代述 → 医生问诊的语义转换逻辑

-小儿辩证CoT模板

- 强化喂养史、生长发育史等关键问诊维度

框架泛化与优化

- 抽象"病种适配器"接口

- 支持一键切换科室

- 优化推理速度与建议精准度

- 插件化架构文档

- 统一评估指标体系

综合测试与成果固化

- 多科室交叉测试 **M8**

- 编写技术白皮书

- 准备开源/论文/临床合作提案

- 多病种演示系统

- 项目总结报告

- 扩展路线图(至全科)



☑ 成功标准:同一套系统可无缝支持皮肤病、消化科、妇科、儿科等疾病的问诊辅助,且各科评估指标达标。

6. 关键策略保障泛化能力

- 1. 知识解耦:每个病种的知识图谱与RAG库独立存储,通过"病种上下文"动态加载;
- 2. CoT模板参数化:将"辨证维度""关键问题集""鉴别诊断列表"设为可配置项;
- 3. GAIL轨迹池共享:不同病种的专家轨迹统一格式,支持跨病种策略迁移;
- 4. 评估指标标准化: 定义通用维度(如"四诊完整性""中西医整合度"),各科填充具体细则。

7. 预期成果

- 技术成果:
 - 1套支持多病种的中西医结合问诊辅助系统(Web端)
 - 4个专科知识库(皮肤病、消化、妇科、儿科)
 - 开源GraphRAG构建工具链(针对中医典籍)
- 学术成果:
 - 技术报告 / 会议论文(如AMIA、NeurIPS ML4H)

- 。 可复现的CoT+GAIL医学问诊训练框架
- 应用前景:
 - 教学: 用于中医院校临床技能训练
 - 。 临床: 嵌入电子病历系统, 辅助基层医生