

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 \leftrightarrow 中医证型（如“红斑+瘙痒+口苦” \rightarrow “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

- 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；
- 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；
- 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”；
- 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；
- 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

范围

- **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）

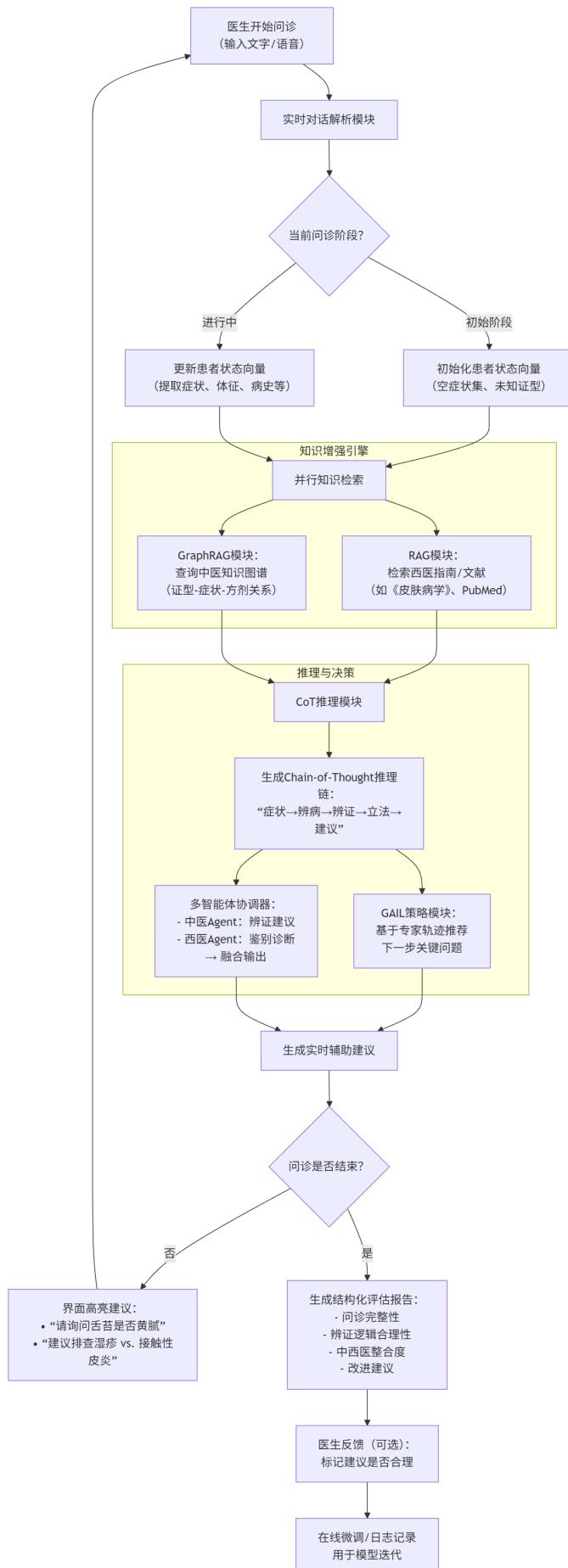
应用层

- **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 → 龙胆泻肝汤 → 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） → **推理阶段**（辨病+辨证） → **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 <ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> - 可运行推理API - CoT报告样例 - GAIL训练框架
M3	系统集成与验证 <ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	核心任务	交付物
M4	扩展消化科 <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 消化科知识库 - 跨病种CoT适配方案
M5	扩展妇科 <ul style="list-style-type: none"> - 构建妇科辨证体系 (肾虚、血瘀、肝郁等) - 整合激素检查、B超等西医指标 - 优化多智能体协调逻辑 	<ul style="list-style-type: none"> - 妇科知识库 - 多模态 (文本+检查) 融合策略
M6	扩展儿科 <ul style="list-style-type: none"> - 聚焦小儿常见病: 感冒、咳嗽、厌食、积滞、夜啼 - 引入“小儿生理病理特点” (如“脾常不足”“肺常不足”) - 构建家长代述 → 医生问诊的语义转换逻辑 - 强化喂养史、生长发育史等关键问诊维度 	<ul style="list-style-type: none"> - 儿科知识库 - 家长-医生对话模块适配 - 小儿辨证CoT模板
M7	框架泛化与优化 <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 插件化架构文档 - 统一评估指标体系

月份	核心任务	交付物
M8	综合测试与成果固化 <ul style="list-style-type: none"> - 多科室交叉测试 - 编写技术白皮书 - 准备开源/论文/临床合作提案 	<ul style="list-style-type: none"> - 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

- 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；
- 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；
- 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；
- 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