

# 中西医结合辅助诊疗大模型 Capstone 项目

- Supervisor: 黄建华
- Student ID: 121090163
- Name: 何俊仪

## 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

- 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

- 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；
- 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

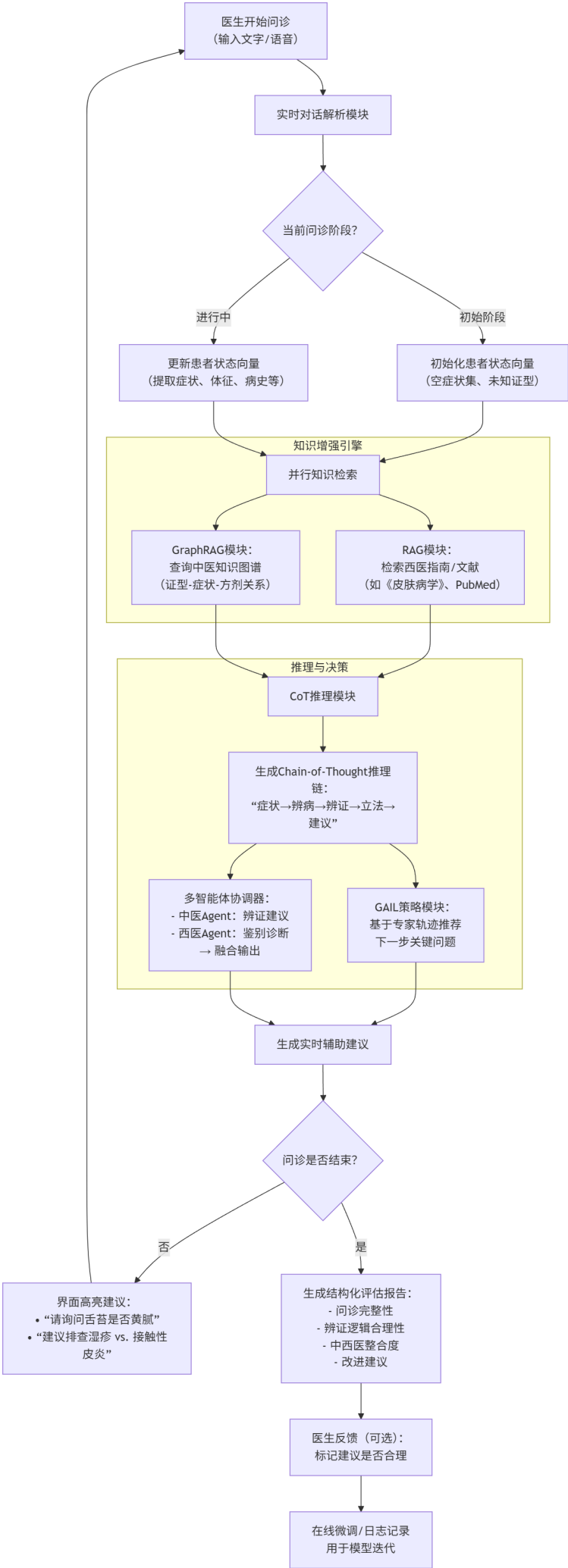
- Web/移动端界面：医生输入或语音转写对话，系统实时高亮建议（如侧边栏提示：“建议询问舌苔颜色以辨湿热”）；

- 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 → 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	<b>知识基建</b> - 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
	<b>核心引擎开发</b> - 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
M3	<b>系统集成与验证</b> - 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）



- 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
-