

# 面向烹饪专业教学的 RAG-MCP 协同智能系统架构探究

李焱成 王加梁 姚嘉鑫 彭志强

四川旅游学院

DOI:10.12238/acair.v3i3.15574

**[摘要]** 针对烹饪专业教学中知识更新滞后、个性化不足、资源整合困难等挑战,本文提出RAG-MCP协同智能教学系统架构。研究设计四层架构,实现了检索增强生成技术与模型上下文协议的深度融合。核心创新包括:构建RAG-MCP协同融合机制;设计多模态烹饪知识图谱;建立智能教学决策引擎。系统通过“教学意图-知识需求-工具需求”三元关系映射,实现理论与实践的无缝衔接。研究为AI教育系统提供新的技术范式,有效解决传统教学系统中知识检索与工具调用割裂问题,为烹饪专业智能教学提供了理论基础和技术路径。

**[关键词]** 检索增强生成; 模型上下文协议; 智能教学; 烹饪教育; 协同架构

中图分类号: G421 文献标识码: A

## Exploration of RAG-MCP Collaborative Intelligent System Architecture for Culinary Professional Education

Yaocheng Li Jialiang Wang Jiabin Yao Zhiqiang Peng

Sichuan Tourism University

**[Abstract]** To address the challenges of outdated knowledge updates, insufficient personalization, and resource integration difficulties in culinary professional education, this study proposes a RAG-MCP collaborative intelligent teaching system architecture. The research designs a four-layer architecture that achieves deep integration of Retrieval-Augmented Generation (RAG) technology with Model Context Protocol (MCP). The core innovations include: establishing a RAG-MCP collaborative fusion mechanism; developing a multimodal culinary knowledge graph; and constructing an intelligent teaching decision engine. The system realizes seamless integration between theory and practice through “teaching intention-knowledge requirement-tool requirement” ternary relationship mapping. This research provides a novel technological paradigm for AI education systems, effectively addressing the fragmentation issues between knowledge retrieval and tool invocation in traditional teaching systems, and offering theoretical foundations and technical pathways for intelligent culinary education.

**[Key words]** Retrieval-Augmented Generation; Model Context Protocol; Intelligent Teaching; Culinary Education; Collaborative Architecture

### 引言

随着人工智能技术的快速发展,智能教学系统在实践性专业教育中展现出巨大潜力。烹饪专业作为实践导向专业,其教学涉及理论传授、技能训练、文化传承等多维度需求<sup>[1]</sup>,对智能化教学提出了独特的挑战。当前烹饪教学面临知识更新滞后、个性化教学不足、多模态资源整合有限等核心问题<sup>[2]</sup>。

针对上述挑战,检索增强生成(RAG)技术通过融合烹饪知识库与生成式AI,可以实现烹饪技法动态检索和个性化教学内容生成<sup>[3-4]</sup>。模型上下文协议(MCP)作为新兴的标准化协议,能够统一连接智能厨房设备、营养数据库等多种外部工具和数据来源,

为多模态教学资源整合提供解决方案<sup>[5]</sup>。然而,现有烹饪专业智能教学系统多采用单一技术路线,缺乏技术融合创新探索。RAG的知识检索增强能力与MCP的统一连接协同能力具有天然互补性,但如何实现两者有机融合构建烹饪专业教学智能系统架构,目前缺乏系统性研究。

本文提出RAG与MCP技术协同融合,并设计了一种面向烹饪专业教学的智能系统架构。研究将探索基于RAG技术的烹饪技法、食材搭配、营养知识等多维度知识检索与生成机制,以及基于MCP协议的智能厨具、传感器设备、烹饪数据库等教学工具统一连接框架,建立RAG-MCP协同工作的烹饪专业教学系统架构模

型。本研究为烹饪专业智能教学系统构建提供了新的理论框架，同时也为烹饪技能传承与创新教学模式探索提供了技术路径，并有效解决了烹饪知识传承断层、个性化技能培养不足、多感官教学资源整合困难等教育特有问题。

## 1 相关技术介绍

### 1.1 大语言模型 (LLM)

Transformer架构的问世标志着自然语言处理领域的重大变革，催生了BERT、GPT、DeepSeek等大语言模型的发展。基于自注意力机制，这些模型深度理解语言结构，为烹饪专业教学开启了新路径：智能对话系统使学习者能够以自然语言与系统交互，获取烹饪技法、食材搭配、营养知识等定制化指导。然而，大语言模型在烹饪教学领域仍面临关键制约：知识静态化无法跟踪行业动态发展，难以整合分布式专业知识，缺乏与智能厨房设备等外部工具的连接能力。

### 1.2 检索增强生成技术 (RAG)

为应对AI系统实时获取动态专业知识的挑战，检索增强生成 (RAG) 技术应运而生，针对知识静态化问题引入外部知识库检索机制：检索组件定位相关文档，生成组件结合检索结果与用户查询，输出时效准确的专业回答。在烹饪教学中，系统可即刻调取技法文献、营养研究、食材数据等知识源，合成个性化教学材料，增强内容的现实相关性。不过，RAG技术虽然突破知识更新障碍，但在功能覆盖方面存在不足：现阶段主要处理文本及结构化数据，对于烹饪教学所需的智能厨具操控、传感器数据采集、多媒体资源调度等复合功能，依然缺少标准化集成方案。

### 1.3 模型上下文协议 (MCP)

烹饪教学环境中，AI系统需协调智能烤箱、温度传感器、营养数据库等异构工具，传统做法要求为每对AI-工具组合开发专用接口，产生N×M集成难题。模型上下文协议 (MCP) 通过统一接口标准，构建标准化通信桥梁。基于工具、资源、提示三大要素，MCP构建协同架构，实现多工具无缝协作。标准化集成模式使异构设备快速融入教学生态，降低运维成本，赋予系统强大可扩展性。

综上所述，三大技术要素构成统一技术生态：大语言模型奠定智能交互基础，RAG技术破解知识动态更新难题，MCP协议搭建工具集成框架。三者协同互补，共同支撑烹饪专业智能教学系统技术底座。

## 2 系统架构设计

面向烹饪专业教学的RAG-MCP协同智能系统采用分层架构设计理念，构建用户交互层、智能服务层、数据工具层和基础设施层四层体系结构，以RAG检索增强引擎和MCP协议管理器为核心驱动模块。该架构通过层间解耦与协同机制，实现烹饪教学领域知识检索增强与多工具统一集成的深度融合，为烹饪专业教学提供全方位智能化支撑。如图1所示。

### 2.1 用户交互层

用户交互层承载多元化教学需求，包含学习者交互界面、教师管理界面和系统监控界面。学习者界面支持自然语言对话、多

媒体展示和实时指导；教师界面提供课程设计、进度跟踪和资源管理；监控界面实现性能监测和故障预警。



图1 系统架构设计

### 2.2 智能服务层

智能服务层构成系统核心处理枢纽，包含RAG检索增强引擎、MCP协议管理器、智能教学决策引擎和协同调度器四大组件。RAG检索增强引擎负责烹饪知识的语义理解、文档检索和个性化内容生成，通过向量化技术将烹饪技法、食材属性、营养成分等知识转化为语义表示，实现精准检索与智能推理。MCP协议管理器统一管理异构教学工具连接，建立标准化接口，支持智能烤箱、温度传感器、营养分析仪等设备即插即用集成。智能教学决策引擎基于学习者数据和教学目标，制定个性化学习路径。协同调度器统筹RAG和MCP协同工作，确保知识检索与工具调用无缝衔接。

### 2.3 数据工具层

数据工具层为系统提供知识资源和功能工具支撑。烹饪知识库涵盖传统技法文献、营养学研究、食材数据、菜谱信息等内容，采用知识图谱技术构建实体关系网络，支持复杂语义查询。智能厨具设备层集成多品牌烹饪设备，包括智能烤箱、电磁炉、蒸箱等，通过MCP协议实现统一接入。传感器网络部署温度、湿度、pH值等传感器，实时采集烹饪数据。多媒体资源库存储烹饪视频、3D演示、音频解说等资源，满足不同学习偏好和认知风格需求。

### 2.4 基础设施层

基础设施层提供系统运行的底层支撑，包含云计算平台、网络通信、数据存储和安全认证机制。云计算平台采用弹性架构，根据负载动态调配资源，保障系统高可用性。网络通信支持5G、WiFi6等协议，确保实时传输和低延迟交互。分布式存储采用冗余备份，保障数据安全。安全认证实现多层次权限控制，保护数据隐私。

## 3 关键技术创新

RAG-MCP协同智能系统的核心创新在于实现检索增强生成技术与模型上下文协议的深度融合，构建面向烹饪专业教学的

统一智能架构。本节重点阐述系统的关键技术创新点及其实现机制。如图2所示。



图2 关键技术创新

### 3.1 RAG-MCP协同融合机制

传统教学系统中,知识检索与工具调用往往相互独立,导致教学体验割裂。本研究提出RAG-MCP协同融合机制,通过协同调度器实现两大技术有机统一。协同调度器采用多阶段决策算法:首先通过意图识别分析用户查询,判断知识检索、工具调用需求;随后基于查询语义智能路由至RAG引擎进行知识检索,同时评估是否激活MCP管理器调用相关设备;最终融合检索知识与工具状态生成综合教学响应。

该机制创新在于建立知识检索与工具调用的关联映射模型,通过构建“教学意图-知识需求-工具需求”三元关系图谱,系统能够预测用户查询的复合需求。例如,用户询问“提拉米苏制作技巧”时,系统不仅检索相关知识,还主动连接烤箱设备并调取历史数据,实现理论指导与实践操作无缝衔接。相比传统分离式架构,协同机制显著提升教学连贯性和实用性。

### 3.2 烹饪领域知识增强技术

针对烹饪专业特殊性,本研究设计了多模态烹饪知识图谱构建技术。知识图谱融合文本、图像、视频、传感器数据等异构信息源,构建包含食材、技法、工具、营养、文化等多维度实体关系网络,并采用基于BERT的领域适应性预训练模型,结合烹饪专业术语词典,实现烹饪概念精准语义表示。

知识向量化过程采用分层编码策略:基础层编码通用烹饪概念,专业层编码特定技法和食材属性,文化层编码地域饮食文化特征。通过多层次向量表示,系统理解烹饪知识的层次化语义结构,支持从基础概念到高级技艺的渐进式教学。

动态知识更新机制是另一重要创新。系统建立知识版本管理体系,支持增量更新和回滚操作。当新烹饪研究成果出现时,系统通过知识冲突检测算法识别与既有知识关系,自动进行知识融合或替换。结合用户反馈和专家审核,确保知识库权威性和时效性。

### 3.3 智能教学决策引擎

基于学习者个体差异和教学目标,系统设计了智能教学决策引擎。决策引擎采用多智能体强化学习框架,建立学习者认知模型和教学策略模型。认知模型通过分析学习者历史行为、知识掌握程度、学习偏好等特征,构建个性化用户画像。教学策略模型基于教育学理论和烹饪专业特点,设计包含知识传授、技能训练、文化传承等多目标教学策略空间。

个性化学习路径生成算法是决策引擎核心组件。算法采用动态规划方法,以学习者当前状态为起点,教学目标为终点,在策略空间中搜索最优学习序列,同时还会考虑知识点依赖关系、难度梯度、学习者能力边界等约束,确保路径科学性和可行性。

实时教学策略调整机制则是基于在线学习算法,根据学习者实时反馈和学习效果,动态调整教学内容和教学方法。系统通过分析学习者交互行为、完成时间、错误模式等指标,评估教学策略有效性,必要时触发策略调整,实现个性化教学自适应优化。

## 4 总结与展望

本研究在理论层面实现了重要突破,首次将检索增强生成技术与模型上下文协议进行系统性融合,构建了面向专业教育的统一智能架构。通过创新性的协同调度机制和三元关系映射模型,打破了传统AI教育系统中知识管理与工具控制相互孤立的技术壁垒,为智能教育领域提供了新的技术范式和解决思路。本研究未来的工作将聚焦于系统的实际部署与效果验证,探索技术在更广泛专业教育领域的应用推广,推动产业化落地实践。同时,将进一步完善知识图谱构建方法,优化个性化学习算法,为智能教育技术发展贡献新的理论基础和实践路径。

### [基金项目]

川菜人工智能四川省哲学社会科学重点实验室研究项目课题《基于深度学习的烹饪专家人工智能评价系统设计与研究》(CR23ZD4)。

### [参考文献]

- [1]许荣华,赵芸卿,朱莉,等.人工智能背景下烹饪创新人才培养模式探索[J].教育教学论坛,2025,(08):101-104.
- [2]陈济洋,王萌.融合人工智能的实践教学方法创新与实践——以烹饪专业为例[J].现代食品,2024,30(16):70-72.
- [3]陶亚辉,杨军,冯嘉琪.基于RAG架构的私域教学智能问答系统设计与实现[J].信息与电脑,2025,37(11):130-132.
- [4]贺李,刘兴红,贾鹏宇.基于RAG架构的智能知识库设计与应用研究[J].信息记录材料,2025,26(06):127-129.
- [5]杨磊.大模型的“智能插座”——MCP协议[J].中国信息技术教育,2025,(13):74-80.

### 作者简介:

李焱成(1995--),男,汉族,四川省南充市人,研究实习员,农学硕士,单位:四川旅游学院,研究方向:计算机视觉、高校信息化建设。