

(1) 开发内容

模块 1：视频多模态语义解析与知识建模

本模块以多模态大模型为基础，结合职业教育视频特性，如操作演示、设备讲解、场景实训，构建“语义·视觉·语音·情感”四维融合的解析体系。具体任务包括：

- ①语义抽取。应用 BERT 预训练语言模型，提取视频字幕、教师讲解文本中的知识点与技能点；
- ②视觉行为识别。应用 YOLOv8 与 SlowFast 模型识别操作手势、工具使用、设备状态等关键视觉行为；
- ③语音情感分析。应用 Wav2Vec 2.0 语音预训练模型与情感分类模型，识别教师语气重点与学生情绪反馈；
- ④知识图谱构建。将解析结果结构化构建为“职业技能-知识点-实操示范-情感引导”四维图谱，支撑路径生成的语义基础。

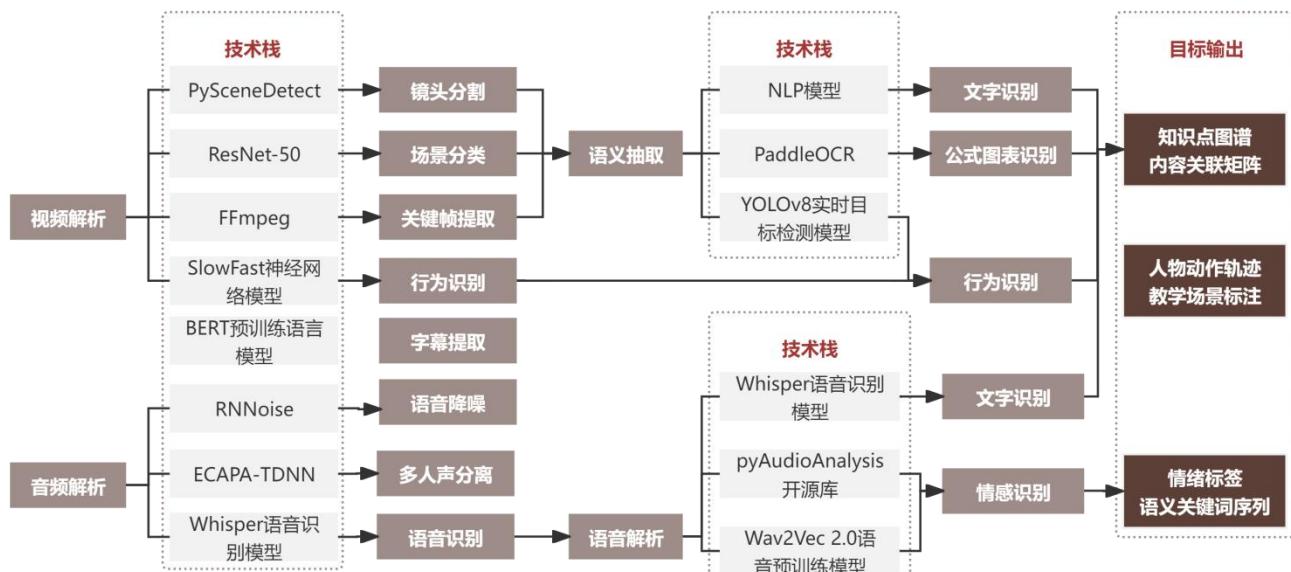


图 2 多模态解析与知识图谱构建流程

模块 2：动态学习路径规划与生成

本模块是系统的智能决策核心，应用强化学习与图神经网络，构建“学生、内容、情境”三元联动的路径生成机制。主要任务包括：

- ①学习者画像建模。基于学习历史、认知水平、行为偏好等构建动态画像；
- ②路径策略生成。应用 PPO 强化学习算法，在知识图谱上进行节点级路径搜索与推荐；
- ③情境感知适配。结合学习设备、时间、环境等上下文因素，动态调整路径与呈现方式；
- ④路径评估与优化。引入 A/B 测试与学习增益率指标，持续优化路径生成策略。



图 3 学习路径动态规划与生成机制

模块 3：学习行为反馈与补偿调节

本模块构建“行为→诊断→补偿”闭环反馈机制，实现对学生认知状态的实时感知与动态干预。

主要任务包括：

- ① 行为信号感知。捕获学习者的暂停、回放、跳过、答题等交互行为；
- ② 认知断点诊断。基于大模型进行归因分析，识别理解滞后区与技能薄弱点；
- ③ 生成性补偿策略。自动生成微视频、练习题、知识图谱子图等补偿资源；
- ④ 路径动态调整。根据诊断结果实时更新学习路径，实现“学中调、调中学”。

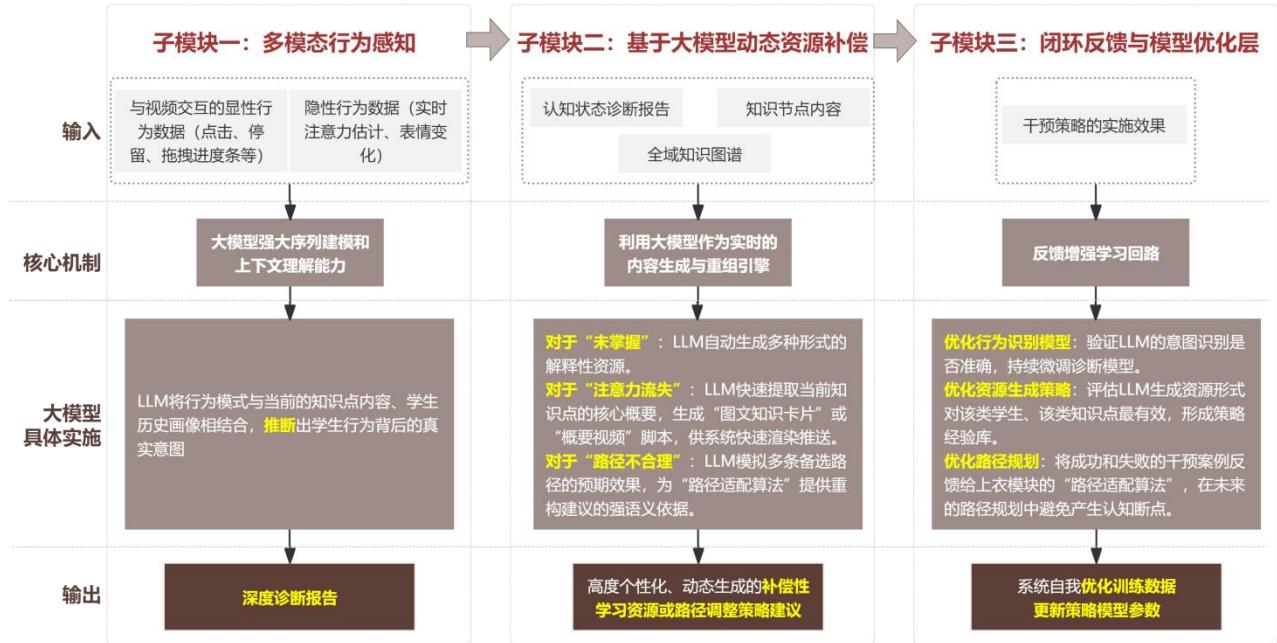


图 4 反馈调节系统工作机制

(2) 技术路线

本项目以“视频理解→行为感知→路径生成→反馈调节”为基本逻辑，构建一个面向职业教育场景的闭环自适应学习系统。具体技术路线如下图所示：



图 4 关键技术路线图

阶段 1：多模态教学视频语义解析与知识结构化

针对职业教育视频中操作演示与语音讲解脱节的问题，构建“语义、视觉、语音、情感”四维融合的解析框架。

输入：教学视频流，含语音、画面、字幕；

处理：

- ①应用 BERT-based 自然语言处理模型提取知识点与技能点，结合句法分析识别教学重点；
- ②应用 YOLOv8 与 SlowFast 视频模型识别操作手势、工具使用、设备状态等关键视觉行为；
- ③应用 Wav2Vec 2.0 语音模型识别教师语气重点与学生情绪反馈；
- ④应用跨模态注意力机制实现多模态特征对齐，还原教学节奏与逻辑结构；

输出：构建“技能、行为、情感”关联的动态知识图谱，支撑后续路径生成的语义基础。

阶段 2：学习者认知画像构建与行为建模阶段

为实现个性化路径推荐，系统将构建动态更新的学习者画像。

输入：学习行为日志（暂停、回看、停留时长等）、成绩数据、情境信息（设备、时间、环境等）；

处理：

- ①应用 DINA 认知诊断模型识别知识掌握状态与认知偏误；
- ②应用 K-means++聚类算法与序列模式挖掘识别学习风格与行为模式；
- ③构建“认知、行为、情境”三维画像，动态更新学习者状态；

输出：个性化学习者画像，包含认知水平、偏好类型、薄弱环节等维度。

阶段 3：动态学习路径生成与情境适配阶段

本阶段是系统的决策核心，实现从“静态推荐”到“动态适应”的跨越。

输入：知识图谱 + 学习者画像 + 情境上下文；

处理：

- ①应用 GNN 图神经网络在知识图谱上进行节点级路径搜索；
- ②应用 PPO 强化学习算法优化路径策略，最大化学习收益；
- ③设计情境感知模块，根据设备类型、学习时段等调整内容呈现方式；
- ④通过 A/B 测试与学习增益率指标评估路径效果，实现策略迭代；

输出：个性化、情境化的动态学习路径序列。

阶段 4：行为反馈与补偿调节机制阶段

构建“行为→诊断→补偿→调整”闭环，实现学习过程的实时干预。

输入：学习行为流 + 路径执行反馈；

处理：

- ①应用大模型归因分析识别认知断点与情绪波动；
- ②自动生成补偿资源，如微视频、练习题、知识子图；
- ③动态调整路径节点顺序与资源密度，实现“学中调、调中学”；

输出：更新后的学习路径与补偿资源包。

通过上述四个阶段的闭环衔接，本项目将实现从视频理解到路径生成的全程自适应，具备较强的理论创新性与实践落地价值。