

基于人工智能的在线课程学情监测体系构建与实践 成果总结

1. 成果简介及主要解决的教学问题

(1) 成果简介

2022 年以来，项目组依托天津工业大学继续教育在线课程学习平台，采集 8500 余名学生课程访问量、互动行为、答题准确率、在线时长等学习行为数据，基于数据清洗、数据采样、数据降维提升数据质量与处理效率，构建基于人工智能的学情监测预警系统，通过多维度数据分析和深度学习技术，实现对在线学习效果的精准预测与动态干预。

项目组通过提取学习参与度（登录频率、讨论次数）、学习效率（单位时间得分率）、学习策略（资源访问路径）等关键特征，构建三类预测模型：回归模型（预测学业成绩）、分类模型（划分风险等级）、聚类模型（识别学习行为模式），将预测模型嵌入在线课程平台，实现学生端，个性化学习建议（如薄弱知识点推荐）、分级预警（短期/长期预警）；教师端，教学预警（班级整体学情分析）、教学策略优化建议（如调整课程难度）。同时结合本校教学实践，制定了《学情监测预警管理办法》（见附件），提出了在线课程学习质量评价表（附后）。

(2) 成果解决的主要教学问题

①针对在线学习缺乏质量监测和评价机制的问题，提出在线学习质量监测与评价机制。在线课程存在学习效果不佳、质量难以保证等问题，缺乏科学的质量监测和评价机制。本成果采用人工智能技术，构建多维度的在线学习效果预测模型，完善在线课程学情监测预警体系，部署监测预警系统。

②针对在线学习教学内容单一，难以因材施教的问题，推动实施个性化教学。传统在线教学难以精准掌握每个学生的学习情况，无法根据学生的个体差异合理分配教学资源或开展有针对性的个性化教学。项目基于在线学习预测结果，包括参与度、学习效率、学习策略等关键特征，提供教学预警及教学策略优化建议，实现因材施教。

③针对在线学习缺乏现场感染力、学生自我管理不到位的问题，改善学生自我管理意识与学习效果。学生在在线学习中缺乏有效的自我管理和监督，对自身

学习状态认知不足,学习动力和积极性有待提高。通过向学生实时反馈学习数据,明确告知预警通知的未达标后果(如延迟毕业、影响学位申请),增强学生的紧迫感,提升学生的自我管理意识和学习效果。

④针对学业预警与帮扶机制针对性不强的问题,提升学业预警与帮扶系统的精准性。传统的学业预警与帮扶机制缺乏系统性和精准性,预警等级单一,帮扶措施缺乏针对性和动态调整,导致帮扶效果不佳。本成果建立分层预警机制,根据学习状态、成绩、学位条件等设置黄色与红色双级预警,覆盖学业全周期,形成“监测-预警-帮扶-反馈”闭环,整合教师辅导、朋辈互助、线上资源等多维度资源,为被预警学生提供个性化的帮扶计划和措施,提升帮扶的精准性和有效性。

2. 成果解决教学问题的方法

本成果聚焦在线课程学习中存在的缺乏现场感染力、学生自我管理不到位、学习效率低下等问题,基于人工智能技术,构建了学情监测预警机制,形成了一套包含数据采集与处理、模型构建、预警体系建设及动态优化的完整解决方案,有效提升了在线教学质量和学生学习效果,具体如下:

(1)数据驱动的多维度学情采集与处理

依托天津工业大学在线课程平台,采集 8500 余名学生的课程访问量、互动行为、答题准确率、在线时长等基础学习行为数据。同时,创新性引入生物特征数据,如通过摄像头捕捉学生面部表情(皱眉频率、视线偏移率)、肢体语言等情感认知数据,构建“学习行为+情感认知”的多维度数据集。

(2)人工智能模型构建与预测分析

创新算法应用,针对在线学习数据稀疏性问题,引入动态时间规整算法 DTTW,分析点击流数据与学习成绩的时序关系,实验显示该模型预测精度优于传统算法。RMSE 面部识别算法基于 DFSTN 框架,融合 KPCA(核主成分分析)与 MTCNN(多任务卷积神经网络),实时捕捉学生情感状态,即使在遮挡场景下仍能通过眼部特征实现 92.3%的预测贴合率。DTTW 算法的主要架构图如图 1 所示。

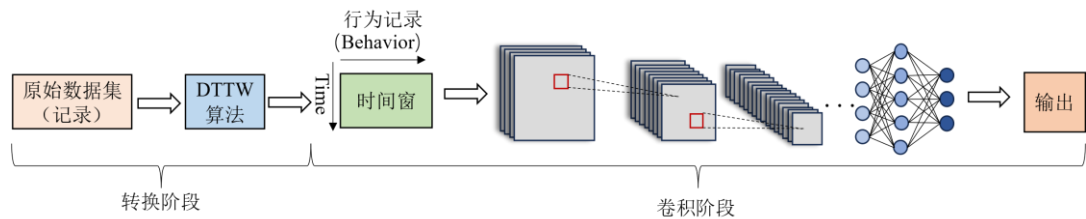


图 1 DTTW 算法架构图

整合学生在在线学习平台中相关的行为数据,对数据进行预处理后的学生行为结构如表 1 所示。

表 1 学生行为结构表

行为标号	学生参与在线学习相关行为
1	学生在线学习课程的学习时长
2	学习平台中课程的相关信息以及和该信息有关活动的点击次数
3	在线学习课程中相关学习文件的下载次数
4	课程相关信息的点击次数
5	在线学习课程作业内容的点击次数
6	教师设置的课程附加内容的点击次数(例如参与课程时签到的点击次数)
7	参与课程时的在线测试点击次数
8	在线学习课程设置的课后作业点击次数
9	课程以往内容的点击次数
10	课程中的文件资源点击次数(例如教师上传的 PDF 资源等)
11	在线学习过程中无关项的点击次数
12	在线学习课程中点击跳往其他网站的次数
13	在线学习平台课程页面中交互式按钮的点击次数(例如倍速、开始暂停等)
14	课程相关视频或学习文件的下载次数和

DTTW 算法结构如下:

算法 1: DTTW 算法

输入: 课程集 C , 学生集 S , 事件类型集 ET , 时间集合 E 和预测时间段 t

输出: 具有二维数据特征的数据集 F

设置数据集 $F = \emptyset$;

for 课程 $c_i \in C$ **do**

 查找关于课程 c_i 的事件集 E^i , 得到 E^i 的起始时间 T_{S_i} 和结束时间 T_{E_i} ;

```

将课程 $c_i$ 的时间窗设为 $W^i = \emptyset$ ;
for  $j=0; j \leq \frac{TE_i - TS_i}{t}; j++$  do
    计算开始时间 $StartTime_j^i = TS_i + j * t$ ;
    根据开始时间代入结束时间:  $EndTime_j^i = \min(StartTime_j^i + t, TE_i)$ ;
     $W^i = W^i \cup \{(StartTime_j^i, EndTime_j^i)\}$ ;
end
查找对应课程 $c_i$ 的学生合集 $S^i \in S$ ;
for 学生 $s_k^i \in S^i$  do
    获取关于学生 $s_k^i$ 的事件合集 $E_k^i \in E^i$ 
    设事件数合集 $ET_k^i = \{ET_{k,m,n}^i = 0 | m = length(W^i), n = length(ET)\}$ 
    for 事件 $e_{kl}^i \in E_k^i$  do
        if  $e_{kl}^i$ 的时间在事件 $w_m^i \in W^i$  and  $e_{kl}^i$ 的事件类型 $ET_n \in ET$ 
            then  $ET_{k,m,n}^i = ET_{k,m,n}^i + 1$ 
        end
    end
end
 $F = F \cup \{(c_i, s_k^i, ET_k^i)\}$ 
end
end

```

本研究提出一种基于深度学习的 RMSE 面部识别算法，用于实时捕捉在线学习者的情感状态（如厌恶、快乐、悲伤、烦躁和困惑等）。模型以 DFSTN 框架为基础，融合核主成分分析（KPCA）与多任务卷积神经网络（MTCNN），通过局部面部特征提取实现学习效果动态预测。相较于现有模型，RMSE 算法创新性地引入空间特征融合机制，即使在佩戴口罩等遮挡场景下，仍能结合眼部特征与面部空间信息高效完成图像解析，显著提升预测鲁棒性。此外，系统通过实时监测学生表情专注度与参与度（如皱眉频率、视线偏移率），将情绪数据输入 RMSE 算法生成学习效果预测值，并即时推送至教师端辅助教学决策。RMSE 流程如图 2 所示。

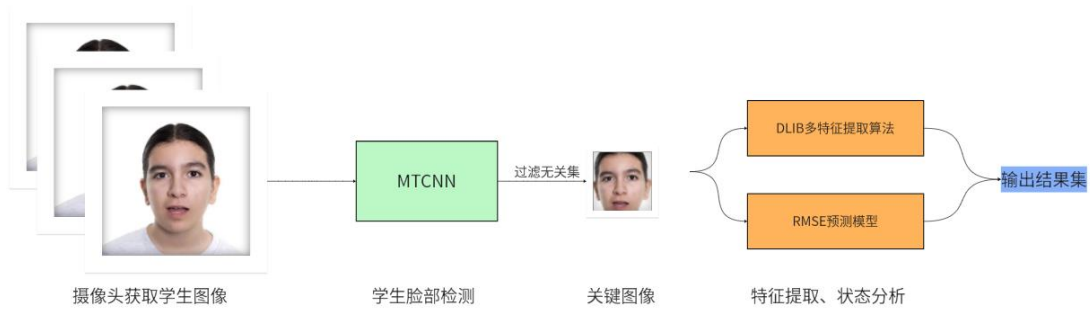


图 2 RMSE 流程图

RMSE 算法结构如下：

算法 2: RMSE 算法

输入：学生唯一标签 ID 值 S_{ID} ，每种情绪标签 S_{label} ，真实数据权重 $Truth$ ；

输出：学生 S 的权重 $\lambda_{student}$ ，情绪权重 λ_{label} ，预测权重 λ_{pre} ；

使用 initialize 函数进行随机初始化 $\lambda_{student} = \text{initialize_rand}()$ ；

$\lambda_{label} = \text{initialize_rand}()$ ；

for $i=1; i \leq S_{ID}.length; i++$ do

 for $j=1; j \leq S_{label}.length; j++$ do

 计算预测权重 $\lambda_{pre}[i, j] = \sum_{i=0}^{S_{ID}.length} \sum_{j=0}^{S_{label}.length} \lambda_{student} \lambda_{label}$ ；

 end

end

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{S_{ID}.length} \sum_{j=0}^{S_{label}.length} \lambda_{pre}[i, j] - Truth[i, j]^2}{S_{ID}.length \times S_{label}.length}}$$

为验证模型性能，实验对比了 RMSE 与 GDPN 等传统算法的预测贴合率，结果见图 3 所示。结果显示，RMSE 在复杂场景下的贴合率均值达 92.3%，较 GDPN 提升 14.6%，验证了其技术优势。

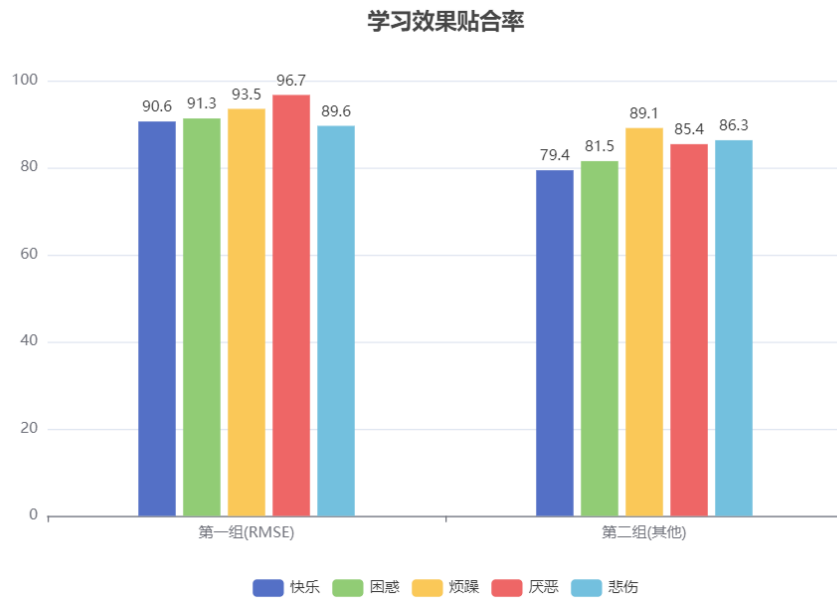


图 3 基于不同算法贴合率比较

(3) 分层预警体系与动态干预机制

根据教学实际，合理设置预警等级与触发规则，多端协同干预。学生端通过

平台实时展示学习数据（如“学习时长低于班级 80%”），提供短期目标（如“每周完成 3 次在线测验”）和阶段性奖励（时长兑换资源）。教师端实时获取班级整体学情分析，自动生成教学策略建议（如调整课程难度、增加辅导频次），例如某班级通过“学习打卡”制度使平均学习时长从 1.2 小时增至 2.8 小时。管理端动态调整预警阈值（如结合课程难度系数），自动生成《学业预警处理报告》，预警名单生成效率提升 50%，管理成本降低 30%。

（4）制度保障与效果验证

根据教学需要，开展管理制度创新，制定《高等学历继续教育学业预警及帮扶管理办法》，明确预警流程（名单确定→谈话→建档→通知→存档）和帮扶责任，要求每两周更新学习数据，形成“监测-预警-帮扶-反馈”闭环。实验班级不及格率从 25%降至 5%，毕业率由 91%提升至 96%，85%学生认可预警机制帮助明确学习目标。通过数据驱动优化教师资源配置（如高预警课程增加辅导班次），实现从“被动处理”到“主动预防”的转变，形成可复制的继续教育质量管理范式。

3. 创新点

本成果通过技术融合创新、模型算法创新、管理模式创新，构建了智能化、精准化的在线课程学情监测预警机制，显著提升了在线教育的精准性与实效性，具体创新点如图 4 所示。

（1）技术融合创新：多维度数据驱动的智能预警体系

本成果实现学习行为与情感认知的跨模态数据融合，突破传统学情分析仅依赖学习行为数据（如登录时长、作业完成度）的局限，创新性引入生物特征数据，通过摄像头实时捕捉学生面部表情（皱眉频率、视线偏移率）、肢体语言等情感认知信息。基于 RMSE 面部识别算法，融合核主成分分析（KPCA）与多任务卷积神经网络（MTCNN），即使在佩戴口罩等遮挡场景下，仍能通过眼部特征与面部空间信息实现学习效果动态预测，预测贴合率达 92.3%，较传统模型提升 14.6%。

（2）模型构建创新：自适应智能预测与动态优化机制

在移动边缘计算场景下，提出自适应多任务进化计算卸载算法（MOEA-RP），将不同区域的任务卸载问题抽象为多目标规划模型（最小化能耗与延迟），通过动态学习用户分布与任务相似性调整种群通信程度，加速模型收敛。该算法在多

区域任务分配中实现了平均延迟与能耗的双优解，指标优于传统算法，验证了其在复杂场景下的有效性。在模型中引入动态优化机制，基于课程难度系数、学生历史表现等因素自动调整预警阈值。例如，高难度课程的学习时长预警阈值降低10%，同时通过历史数据预测“学习时长下降10%可能引发不及格”，提前触发干预，减少误判率。

(3) 管理模式创新：数据驱动的精准化育人范式

建立“监测-预警-帮扶”闭环管理体系，制定《高等学历继续教育学业预警及帮扶管理办法》，建立全流程管理机制。通过平台实时抓取数据，精准识别并自动生成预警名单，预警效率提升50%。对黄色预警学生提供个性化学习建议(如薄弱知识点推荐)，对红色预警学生实施“三阶段帮扶”(诊断问题、匹配资源、模拟考试)，分层干预，帮扶有效率达80%。每两周更新学习数据，根据帮扶效果调整策略动态反馈，形成“数据采集-模型预测-干预优化”的闭环。

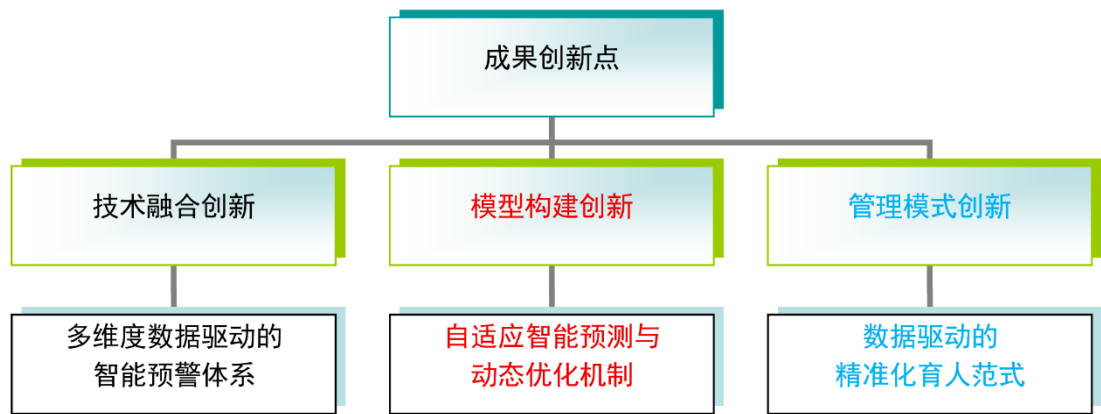


图4 本成果创新点

4. 应用情况

本研究成果已在天津工业大学继续教育学院应用落地，覆涉及1个校内单位，2个校外教学点。制定《学业预警及帮扶管理办法》及配套电子档案模板，降低推广门槛。2024年累计对200余名学生实施预警，帮扶覆盖率达100%。引入该机制后，学生毕业率由91%提高到96%，延期毕业率下降5%，毕业后学生投诉率下降30%。学生满意度：85%认为预警机制“帮助明确学习目标”，70%认可帮扶措施有效性。成果应用以来，主要成效入下：

(1) 增强学生自我管理意识，提升学习效果

学生通过平台实时查看自身学习数据，触发自我反思。预警通知明确告知未

达标后果（如延迟毕业、影响学位申请），增强紧迫感。帮扶计划中设置短期目标（如“每周完成3次在线测验”），通过阶段性奖励（如时长兑换课程资源）强化正向行为。某班级辅导员引入“学习打卡”制度，学生每日提交学习日志，学生课程参与率从60%提升至92%，不及格率由25%降至5%。学生平台如图5所示



图5 学生平台

(2) 动态跟踪与精准帮扶，提升学习质量

系统实现定期同步学习数据，更新预警状态。对进步学生，减少干预频率，转为自主监督模式。对未达标学生，升级帮扶与督导措施(如增加教师辅导频次、引入企业导师指导实践项目)，帮扶有效率达80%。平台督导模块如图6所示。



图6 督导模块

(3) 数据驱动预警管理，提升管理效能

基于算法动态调整预警阈值（如考虑课程难度系数），减少误判率。利用历史数据预测学生风险（如“学习时长下降10%可能引发不及格”），提前干预。自

动导出《学业预警处理报告》，减少人工汇总时间。根据预警数据调配教师资源（如高预警率课程增加辅导班次）。通过系统自动抓取数据，预警名单生成效率提升 50%，管理成本降低 30%。学习数据管理模块如图 7 所示。

图 7 学务管理

(4) 毕业率稳步提升，减少工学矛盾

通过在线学习平台实时追踪学生登录时长、课程访问频率、作业提交情况等，系统自动生成学习行为报告。根据学习时长与成绩阈值（如 2 门课程学习时长不足 50%给予黄色预警；4 门课程不及格给予红色预警），精准识别风险学生。制定干预措施、约谈与计划。辅导员与学生一对一分析学业障碍（如时间管理、学习动机），制定个性化学习计划（如每周固定学习时段）。为被预警学生开放补习课程、提供录播回放权限，或推荐学习社群（如组建“冲刺小组”）。通过学生 360 度统一视图对学习、考试、毕业、学位等数据一目了然，操作界面如图 8 所示。

图 8 学生 360 度统一视图