

AI 智能巡考系统构建与应用实践

贾煦, 刘畅, 白治国
山西移动, 山西太原, 中国

【摘要】教育数字化战略行动对国家教育考试的公平性与安全性提出了更高要求。传统人工监考模式存在效率低下、主观性强、存在监控盲区等固有局限, 难以应对新型高科技作弊手段的挑战。本文系统阐述了某公司承建的省级人工智能巡考系统 (Shanxi Mobile AI Proctoring System, SX-MAPS) 的整体架构、核心算法创新与规模化部署方案。该系统以“云网融合”为基石, 以“多模态融合 AI 算法”为核心, 构建了“终端采集-网络传输-算力调度-平台分析”四位一体的技术体系。在 2025 年某省高考中, SX-MAPS 成功覆盖全省 160 个考点、6593 个考场, 实现了对 40 类异常行为的毫秒级实时识别与预警, 准确率超 99%。应用结果表明, 该系统显著提升了考试监管的智能化水平, 人力成本降低 40%, 为构建公平、公正、高效的现代化国家教育考试体系提供了可复制、可推广的“山西样板”, 对推动“AI+教育”深度融合具有重要的理论与实践意义。

【关键词】人工智能巡考; 智慧教育; 云网融合; 多模态融合算法; 异常行为识别; 考试公平

1.引言

国家教育考试是人才选拔的主渠道, 其公平性是社会公平的重要基石。然而, 传统的监考模式高度依赖人力, 面临诸多挑战: 一是在于效率, 海量视频录像的考后回溯审查耗时耗力; 二是在于公正, 人工判断易受主观因素影响, 且难以实现全省尺度上的标准统一; 三是在于能力, 面对利用微型设备、隐蔽通信等高科技手段的作弊行为, 人眼识别能力存在天然瓶颈。

近年来, 国家政策强力驱动教育考试的智能化转型。教育部相继发布《关于在 2025 年高考中全力推进考场实时智能巡查工作的通知》(教考院函〔2025〕19 号) 等文件, 明确要求构建“人防、物防、技防”相结合的“六位一体”综合防护体系。在此背景下, 某

省招生考试管理中心积极响应, 以 2025 年高考为应用场景, 成功设计并部署了国内首个省级规模化应用的人工智能巡考系统 (SX-MAPS), 实现了从“事后追溯”到“事中阻断、实时预警”的革命性转变, 为 AI 技术赋能重大国家考试保障提供了关键性实践案例。

2. SX-MAPS 系统总体架构设计

SX-MAPS 系统按照云边端架构部署模式, 以云化算力为基础, 云上搭载 AI 巡考平台。云化部署模式下, 考场、保密室端侧无需部署额外计算设备, 平台直连摄像头、录像机实现视频的实时采集与拉流, 高效安全传输至云端, 通过视频抽帧、AI 分析、异常标记、告警展示, 提供 AI 巡考能力。该系统的总体拓扑架构如图 1 所示。

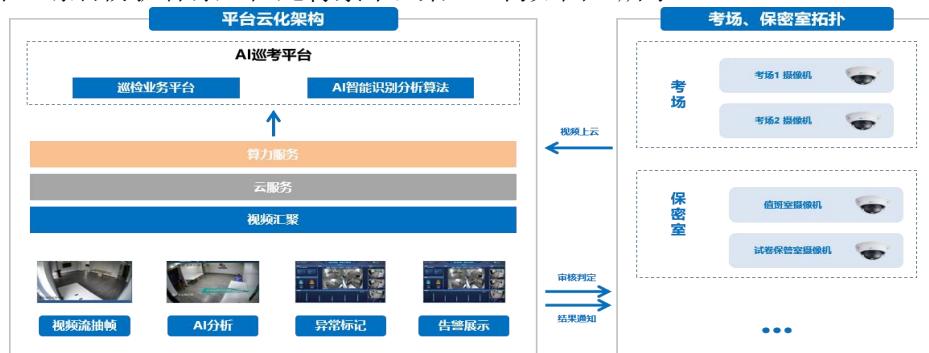


图 1. SX-MAPS 系统总体拓扑架构

基于上述总体拓扑架构, 覆盖考点巡查、保密室巡检两大核心场景, 满足省、市、区县、

考点的四级管理需求, 提供算法分析、视频处理、安全防护等底层能力。基于“云网融合”

理念[1],采用分层解耦、弹性扩展的设计原则,构建了如图 2 所示的“应-能-网-终”协同的一体化技术体系。

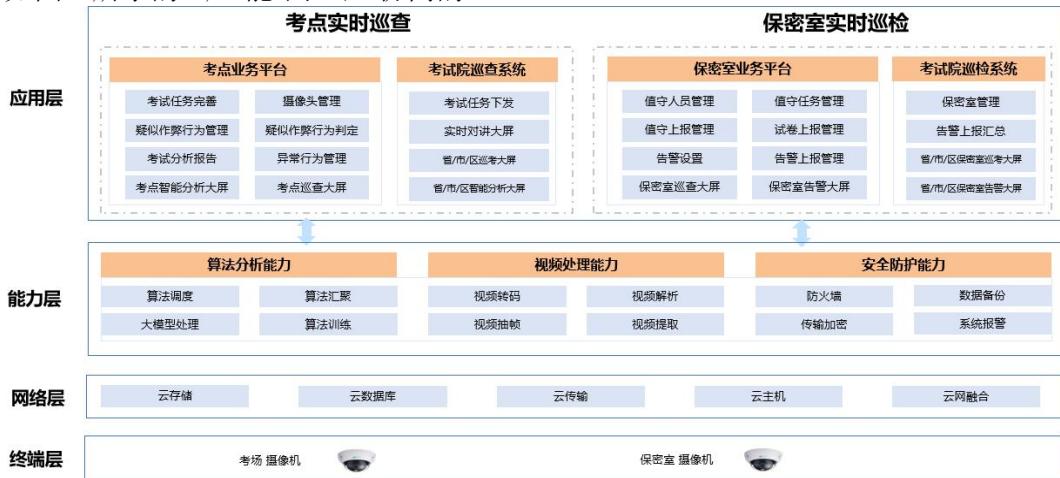


图 2. SX-MAPS 系统平台技术体系

(1) 应用层 (省级 AI 巡考平台)：提供智能告警、视频巡考、指挥调度、大屏可视化、数据看板等应用功能。

(2) 能力层 (移动云算力资源池)：分为通算池 (88 台云主机, 负责视频解码、抽帧、流转码) 和智算池 (79 台 T4 GPU 云主机, 负责 AI 算法推理)。通过“算网大脑”实现跨域 (太原-北京) 动态调度。

(3) 网络层 (省级考务专网)：通过 165 条数据专线 (地市万兆、考点千兆) 连接省、市、区县招办及 160 个考点, 构建了一张低时延、高可靠、安全隔离的专用网络。

(4) 终端层 (考场信息采集)：6593 台 1080P 高清网络摄像机, 负责考场视频画面的

实时采集与上传。

该架构的核心优势在于全链路自主可控。从终端摄像头、传输网络到云平台和 AI 算法, 均由承建方自有资源构建, 彻底避免了因使用第三方公有云或算法服务可能导致的数据安全与业务连续性风险, 完全契合国家教育考试的高安全性要求。

3.核心算法创新与关键技术实现

3.1 基于多模态融合的异常行为识别算法

本项目最大的技术突破在于突破了传统单一视觉分析模型的局限[2,3], 创新性地提出了一种基于多模态信息融合的异常行为识别框架 (如图 3 所示)。

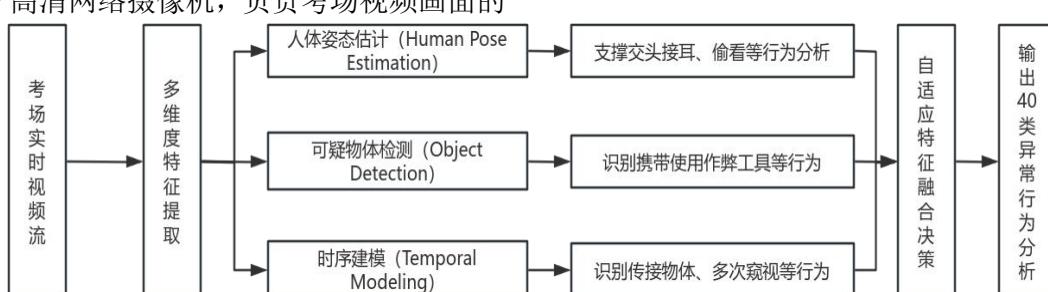


图 3. 多模态融合异常行为识别算法框架

3.1.1 多维度特征提取

(1) 人体姿态估计 (Human Pose Estimation)：采用自研的轻量级姿态估计模型[2], 实时提取考生及监考人员的骨骼关键点 (如头、手、肘部), 精准量化其动作幅度、方向与频率, 为“交头接耳”、“偷看”等行为分析[4]提供基础。

(2) 可疑物体检测 (Object Detection)：基于 YOLO-v7 改进的目标检测算法, 专门针对考场环境下的小尺度可疑物品 (如微型耳机、

作弊纸条、手机) 进行优化, 有效降低漏检率。

(3) 时序建模 (Temporal Modeling)：引入轻量级轨迹分析模块, 缓存历史帧中的关键信息, 构建行为的短时序模型, 用于判断“交接物品”、“多次窥视”等具有时序特性的复杂违规行为。

3.1.2 自适应特征融合与决策

提取的多维度特征被送入一个自适应融合模块。该模块通过注意力机制 (Attention Mechanism) 动态权衡不同特征在特定场景下

的贡献度,最终由一个轻量级分类器输出识别结果[5]。此框架使得系统不仅能“看到”画面,更能“理解”行为在时空维度上的含义,从而将可精准识别的异常行为种类从行业常见的20余种提升至40种,全面覆盖教育部相关文件要求。

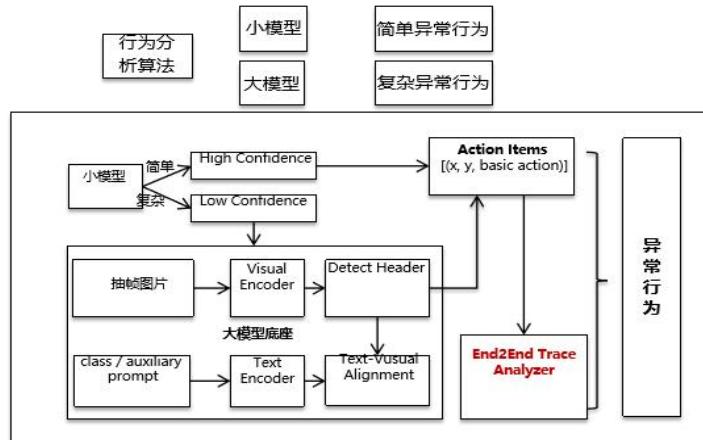


图4.“小模型+大模型”协同推理流程

(1) 小模型(高效巡检): 部署于通算资源, 负责对所有视频流进行初筛, 快速识别明显的、常见的异常行为(如站立、转身)。对于高置信度的识别结果, 直接生成告警[8]。

(2) 大模型(精准研判): 对于小模型难以判断的低置信度复杂场景(如手部微小动作、多人行为关联), 系统将视频片段调度至智算中心的视觉大模型进行深度分析。大模型凭借其强大的表征学习能力和先验知识, 进行二次判定, 极大降低了复杂场景下的误报和漏报率[9]。

此机制实现了计算资源的按需分配, 在保证系统对40种行为整体识别准确率高达99%的同时, 将平均响应延迟控制在100毫秒以内, 相比纯大模型方案, 资源利用率提升超30%。

3.3 基于算网大脑的跨域弹性算力调度技术

为解决省级大规模并发计算需求与本地算力资源有限的矛盾, 本项目研发了基于“算网大脑”的跨域算力调度技术[10]。通过云专线将山西移动云太原节点(通算资源)与北京节点(智算GPU资源)高速互联, 构建逻辑统一的“跨域算力资源池”。

“算网大脑”实时监控各节点的计算负载、网络带宽和任务队列, 根据预设策略进行智能编排:

(1) 高频、低延迟任务(如视频解码、小模型推理)由本地通算资源处理, 保障时效性。

(2) 计算密集型、高弹性需求任务(如

3.2 “小模型+大模型”协同推理引擎

为平衡识别准确率与系统响应速度、计算资源消耗之间的矛盾, 本项目设计了创新的“小模型筛选-大模型研判”协同推理机制[6,7](如图4所示)。

大模型推理、历史数据回溯分析)则动态调度至北京智算中心执行, 保障处理能力。

此架构实现了“本地+云端”算力的无缝协同, 既满足了高考期间瞬时高并发的计算需求, 又避免了为应对峰值而进行的过度硬件投资, 提升了资源利用效率。

4.应用成效分析

4.1 应用成效

SXI-MAPS项目于2025年4月正式启动, 历时30天, 完成了从方案设计、设备采购、网络铺设、平台部署到全省联调的全部工作。为保障系统在高考期间的绝对稳定, 组建了由670余名技术人员构成的省-市-考点三级保障体系, 涵盖现场驻守、网络监控、平台运维、云资源调度等多个专业团队, 实行“7×24小时”全天候护航, 确保了高考8场考试期间系统的“零中断”运行。

4.2 应用成效分析

4.2.1 核心效能指标提升

(1) 监管效率: 异常行为识别从“考后数小时人工回放”变为“事中秒级自动预警”, 效率提升超90%。

(2) 识别精度: 40类异常行为综合识别准确率≥99%, 漏检率降低80%。

(3) 资源效率: 通过跨域算力调度, 算力资源利用率提升40%, 单考场日均巡考成本显著下降。

4.2.2 社会效益

(1) 保障公平: 以技术手段筑牢公平底

线，有效震慑作弊行为，提升考试公信力。

示范引领：获央视《新闻联播》报道，成为教育部“AI+教育”标杆案例，为全国提供了可复制、可推广的“山西模式”。

(2) 产业带动：成功探索了一条由基础电信企业主导，整合“网、云、算、智”一体化服务的数字化转型新路径。

5.结论与展望

本文详细介绍了 SX-MAPS 系统的架构设计、算法创新与在某省 2025 年高考中的大规模实践。应用结果充分证明，以“云网融合”为基础底座、以“多模态 AI 算法”为核心引擎的技术路径，能够有效解决大规模国家教育考试中的监管难题，在保障公平、提升效率、节约成本等方面成效显著。

未来，研究工作将从以下几个方向继续深入：一是算法层面，探索更具解释性的细粒度行为识别模型，并加强对音频模态的融合，以应对更隐蔽的作弊手段；二是架构层面，推动系统向“云-边-端”协同推理演进，将部分轻量算法下沉至考场边缘设备，进一步降低网络带宽依赖和系统延迟；三是生态层面，推动跨省巡考数据合规共享与算法互认，探索构建国家级智能巡考平台，最终形成全国一体化的教育考试数字治理新格局。

参考文献

- [1] 吕中正, 刘骊, 付晓东. 着装场景下双分支网络的人体姿态估计[J]. 中国图象图形学

- 报, 2022, 27 (8) : 2560-2571.
- [2] 黄晓宇, 陈佳艺, 周梓涵. 基于高阶空间交互作用的姿态估计网络[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2025, 51(1): 120-130.
- [3] 中国移动通信集团有限公司. 中国移动 6G 网络架构技术白皮书[R]. 2023.
- [4] 奉宁, 王鹏, 刘扶民. 基于自适应特征感知的轻量化人体姿态估计[J]. 液晶与显示, 2023, 38 (4) : 500-510.
- [5] 赵杰. 高考作弊行为分析及对策研[J]. 当代教育科学, 2016, 2015 (23) : 58-59.
- [6] 薛志禹. 基于人工智能的无纸化考试作弊行为检测研究[J]. 长江信息通信. 2025, 38 (01) : 159-161.
- [7] 邱俊航. 基于人工智能的图形图像处理技术研究[J]. 数字通信世界. 2024 (12) : 25-27.
- [8] He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep residual learning for image recognition[C]// Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016: 770-778.
- [9] Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, et al. Attention is all you need[J]. Advances in neural information processing systems, 2017, 30.
- [10] Redmon J, Divvala S, Girshick R, et al. You only look once: Unified, real-time object detection[C]// Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016: 779-788.