

基于5G技术的大规模在线智慧考试体系构建

袁亚兴¹ 贺媛婧¹ 管梦媛² 智勇²

(1. 国家开放大学, 北京 100039; 2. 数字化学习技术集成与应用教育部工程研究中心, 北京 100039)

摘要: 随着社会对基于互联网的大规模考试需求不断增加, 新的形势对考试场景智能化水平、考务管理能力、考试评价改革都提出了更高的要求。基于此, 本研究构建出一套适合大规模、跨地域、多层次办学体系的智慧考试体系, 创新性提出适合大规模考试场景的5G多级混合组网架构, 同时, 融合前沿智能技术实现考前、考中、考后全流程的智能化提升, 并基于国家开放大学的组考实践进行了验证, 为未来大规模、社会化考试的组织和管理提供路径参考。

关键词: 5G技术; 智慧考试; 大规模考试; 在线考试; 智能技术

【中图分类号】G405

【文献标识码】A

【文章编号】1005-8427(2024)10-0070-11

DOI: 10.19360/j.cnki.11-3303/g4.2024.10.008

大规模考试通常由专业考试机构组织和管理, 以选拔、评价和监测为主要目的, 具有考生众多、覆盖面广、类型多样、组考环节复杂等显著特征^[1]。传统的大规模考试从命题、组考到阅卷的全流程高度依赖人工作业方式, 由于规模庞大、工作量巨大, 给相关考务人员带来了沉重的工作负担。同时, 大规模考试组考程序烦琐, 任何单点环节出现问题都可能引发系统性风险, 严重影响考试的权威性和公平性。

近年来, 艺考、研考、自考人数逐年增加^[2], 需要大规模、标准化、智能化在线考试体系作为支撑。智慧考试作为一种融合智能技术的考试新范式, 成为在线考试领域的研究热点。然而, 已有研究成果主要集中于智慧考试的内涵、关键技

术和架构设计^[3-4], 较少涉及考务组织管理、考试服务等全流程环节, 针对大规模、多层次的在线智慧考试场景关注不足。

大规模在线智慧考试是涵盖考试制度、考试组织、命题与评分管理等多环节的复杂体系^[5], 并且承载了多个智能化场景的实现, 因而需要更加严密的流程设计和强大的网络支持。例如, 大规模考试考点层级多, 应对突发事件能力有限, 需要更为灵活的网络部署和严密的组考设计^[6]; 考试过程中的人脸识别身份核验、AI作弊行为识别等多项技术需要大量瞬时计算资源, 要求较高的网络承载力和充足的算力资源^[7]。目前, 多地已在智慧考试领域开展探索和尝试, 但受困于网络基础设施, 各智能化场景在实际应用中难以发挥

收稿日期: 2024-05-13

基金项目: 2023年数字化学习技术集成与应用教育部工程研究中心创新基金项目“大规模在线教育中AI辅助个性化教学的关键技术研究”(1331010)

作者简介: 袁亚兴, 男, 国家开放大学副研究员;

贺媛婧, 女, 国家开放大学数字化部助理研究员;

管梦媛, 女, 数字化学习技术集成与应用教育部工程研究中心研发中心助理研究员;

智勇, 男, 数字化学习技术集成与应用教育部工程研究中心研发中心工程师。

功能,多级组考的流程环节也难以得到保障。

为破解这一困局,同时填补当前大规模在线智慧考试体系建设的空白,促进5G等新一代信息技术与教育考试的融合应用,本研究提出了基于5G多级混合组网架构的大规模在线智慧考试体系,并对其技术架构、系统功能、业务场景与应用成效进行分析,以期解决当前大规模在线考试领域的难点,为大规模在线考试领域的数字化转型提供实践参考。

一、研究与应用现状

(一)大规模在线智慧考试的发展现状

1. 国内发展现状

智慧考试概念的提出可以追溯到无纸化考试、标准化考场和考点信息化系统建设时期,聚焦网络、监控平台、高清摄像头等设施建设^[8]。教育信息化2.0时期,智慧考试被视为智慧校园的关键场景,在智慧校园的架构基础上融合各类软硬件,以实现考试智能化^[9]。随着2022年教育数字化战略行动的深入推进,智慧考试的概念内涵已从最初的考场信息化建设,历经考试工具、形式和过程的智能化^[10],逐步发展为关注考试内容、形式、评价及治理的考试体系改革^[3],其建设目标也相应地从实现考试本身的智能化,扩展至服务于整个智慧教育生态系统的构建。在数智驱动教育变革的当下,教育考试研究需要转换视角,不仅要推进考试模式的智能化及相关技术的应用,还需要探索技术赋能考务组织、考试服务、教育评估等,以推动考试体系变革的环境优化。

2020年“全民网课”时代推动了在线考试模式的应用,极大促进了技术与考试场景的融合^[11]。同时,随着大语言模型等人工智能技术的爆发,智慧考试先进技术应用不断深化。考前阶段,身份核验可通过基于生物识别技术的活体指纹采集对比、照片人脸识别对比等方式快速完成^[7];考

中阶段,基于计算机视觉技术的行为分析可以实现作弊行为自动识别^[4];考后阶段,基于OCR文本识别、自然语言处理等技术可以实现主客观题的智能评分,结合考生日常学习行为数据生成形成性教育评价,实现以分数为主的传统考试评价向综合素质评价的转变^[12]。

从实践路径来看,手机在线考试系统、web前端考试系统、B/S架构在线考试系统等在大规模在线考试中已有成熟应用^[13-14],各省市考试院也建立了相应的教育考试综合管理平台。但智能化应用尚在起步阶段,仍然存在网络带宽服务器承载受限、业务数据传送风险高、信息流转效率低、考务人员数字素养不足、考试突发情况多等问题^[15]。其中,网络承载能力是大规模在线智慧考试的实现前提与基础保障,诸多环节都离不开高速率、低时延的网络支持,如高并发的人脸采集和考试签到环节、视频监控数据的同步传输、多级考场实时监控和应急指挥等。当前,大部分考试管理业务并无专网通道,而是与其他业务在同一张教育城域网中混合承载,阻碍了智慧考试的技术升级^[16],也在一定程度上导致考试应用碎片化与“数据孤岛”现象,使各考试单位之间难以实现数据资源共享。由此可见,基础网络设施保障已成为当前大规模在线智慧考试体系构建、考试服务质量提升亟须解决的瓶颈问题。

2. 国外发展现状

21世纪伊始,在线考试作为一种新型考试形态在国外出现,2020年新冠疫情之后逐渐得到广泛应用^[17],其部署模式有基于网络摄像头的实时监控、基于考试过程中视频录制的回放分析,以及使用双视频和屏幕共享的简单远程监考^[18]。随着技术的逐渐成熟及其与考试应用的不断融合,在线考试系统已具备身份验证、考试环境扫描、异常行为检测等基本功能^[19],针对试卷管理、试题评阅、智能监考方面的探索初见成效^[20]。在计算

机视觉、情感计算等技术驱动下,作弊行为识别已细化至人脸、视线、唇部运动等面部表情分析^[21-22]。这些技术受到网络基础设施、硬件要求、实施复杂性等因素影响,其中网络普及度、稳定性和速率对考试实施至关重要^[19]。由此可见,国外研究者同样意识到了网络在在线考试中的重要作用。

(二)5G技术对于大规模在线智慧考试体系建设的推动作用

作为新一代信息通信技术演进升级的重要方向,5G融合应用成为促进教育数字化转型的重要引擎。目前,上海工程大学、华南理工大学、陕西开放大学等多所高校已建设或接入5G专网^[23-25]。5G技术显著推动了学校信息化建设的再升级,包括教学资源的传播共享、教学方法和环境创新、教学质量和教育管理的智能化提升等诸多方面^[26-27]。

在大规模在线考试领域,5G技术成为智慧考试环境构建和实施应用的重要推动力^[28]。一是保障大规模考试的并发访问。5G网络的高峰值速率结合网络切片技术和QoS机制,能够有效支持数万甚至百万考生同时在线考试^[29],并能根据不同考试类型和规模灵活分配网络资源。二是提升考试系统的响应速度。5G技术可实现网络端到端时延低于1毫秒,显著提升身份核验、试题加载、答案提交等环节的响应速度,同时保证了高清视频的实时传输与过程性数据的实时采集,为后续考情分析和教育评估优化提供依据。三是增强多级组考灵活性,提升考试管理效率。5G技术的大连接特性支持每平方公里百万级终端接入,满足大规模考试对海量终端接入和广覆盖的需求,基于5G芯片的多终端智能设备可快速接入考试体系,实现跨地域和多级办学体系协同组考。四是提升考试服务智能化水平,支持创新考试模式的探索。5G技术与边缘云计算、大数据

等技术的结合,为智能作弊分析、智能评阅等创新应用提供技术基础,同时结合虚拟现实、增强现实技术,可以助力虚拟仿真考试、实操类考试等新型考试的实践探索。综上所述,5G技术不仅在网络性能方面为大规模智慧考试提供坚实基础,还可在教育评估优化、考务管理效率提升、考务服务能力提升、考试模式创新等方面发挥重要作用。

现实实践中,多所高校已经开始探索5G技术在大规模在线考试中的应用。例如,清华大学、中国人民大学、南京大学等高校与运营商合作建设了5G智慧云考场^[30];浙江大学基于5G技术有效支持期末在线考试、研究生面试、毕业答辩等多种考试场景^[31];河南开放大学依托5G技术举行了大规模、跨地域、高质量的线上考试,且基于实证分析验证了5G智慧考试的赋能成效^[32]。

虽然5G技术对于大规模在线智慧考试建设起到了极大的推动作用,但在具体应用层面仍存在以下问题:1)5G技术潜力发挥不足,当前5G技术在具体考试实践中存在基础设施不完善、应用开发滞后、认识不到位等诸多限制,难以发挥5G的规模效益;2)应用范围局限,当前基于5G智慧考试的实践探索较为分散,尚未出现利用5G技术实现大规模、跨地域、多级办学体系协同考试的成熟模式;3)构建标准缺失,现阶段缺乏统一的5G大规模在线智慧考试体系构建标准,致使各地在技术应用、组网策略、部署模式上难以统一,阻碍了考试资源、数据的整合与交换;4)融合应用不深,目前5G技术应用多局限于某具体考试环节,与考务管理全流程的深度整合不够充分。

因此,本研究针对上述大规模在线考试实践环节的诸多难点,基于5G技术,充分融合人工智能、大数据等先进技术,构建一套适合大规模、跨地域、多层次办学的智慧考试体系,旨在为未来大规模、社会化考试的组织和管理提供路径参考。

二、基于 5G 技术的大规模在线智慧考试体系的建设架构

现有针对智慧考试的框架研究有的包含在智慧校园体系架构中^[31],有的侧重业务流程框架或针对具体考试场景的技术路径^[3-4,7],尚未有研究放眼整个考试体系来建设基于 5G 技术的大规模智慧考试框架。从 5G 的功能来看,既要满足大规模、多级办学的灵活组考需求,又要融合先进技术实现对考试智能化场景的支撑。因此,本研究试图从 5G 网络部署切入,参考较为成熟的智慧校园建设框架进行 5G 智慧考试体系构建^[33]。

大规模在线智慧考试需要在“1 个考试中心+

N 个下属考点”的多级组考体系下进行构建,采用 5G+SD-WAN 混合组网模式实现多级网络穿透和快速灵活组考,为考试提供高速、稳定、安全的网络环境。在此基础上开发智慧考试一体化管理系统,整合智能巡考、身份核验、作弊防控等考试全流程应用场景,实现考试全流程组织管理,整体架构包括基础设施层、数据层、中台层、应用层、终端层和用户层,详见图 1。

(一)基础设施层

基础设施层是智慧考试体系的底层基础设施,包括硬件设备和软件网络。其中,硬件设备包括算力设备、存储设备、网络设备、安防设备和传感设备;软件网络作为整个智慧考试体系的核

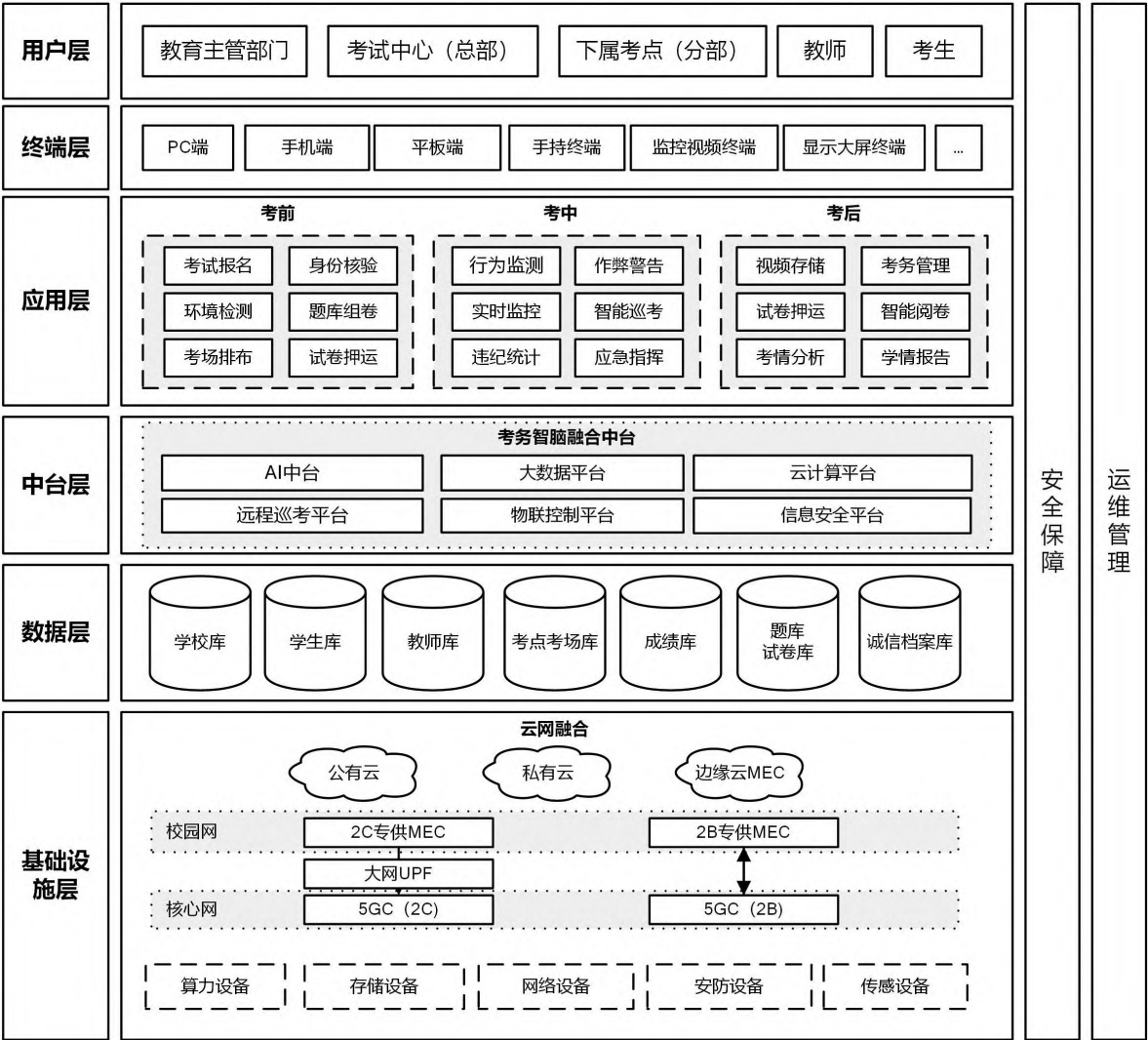


图1 大规模在线智慧考试体系总体架构

心支撑层,一般包含基站、UPF、5GC等组件^[16]。针对大规模、多层级在线智慧考试的组网要求,可采用5G+SD-WAN混合组网模式,联合分布式云服务构建高速灵活的网络基础设施,见图2。核心考点专享UPF和SDN控制器,利用5G网络切片和QoS技术保障关键数据传输。下属考点通过5G广域网快速接入,辅以SD-WAN备份链路实现快速灵活组网。MEC设备部署于校园通信机房,配合5G网络实现物联网设备无感采集。同时,在核心网设置权限控制和认证机制,支持异地安全访问。此外,基于5G网络搭建的云网融合架构确保核心数据传输和存储安全,实现虚拟化快速弹性扩容计算与资源灵活调度,为多场景提供一揽子云服务。

(二)数据层

数据层作为整个考试体系架构的数据管理和存储中枢,负责存储和管理师生信息、考场考

点信息、题库等与考试相关的各种数据,同时可与教学教务系统、大数据平台进行数据对接。在考试中,各考点的考试数据和视频经加密处理后,通过5G专网可快速汇聚至中心平台集中存储,并且支持本地私有云存储和公有云加密分片存储的双备份机制,结合区块链技术确保数据不可篡改。数据汇总导入数据库后,各考点之间也可以基于5G专网API接口认证鉴权进行数据调用、交换和共享。在网络安全方面,可采用“5G专用网关+防火墙”双保险。5G专用网关作为考试网络的接口,实时进行多层次身份验证,包括用户名密码、动态令牌、生物识别等方式,防止未经授权设备接入。内置防火墙进行细颗粒度的应用层控制,通过深度包检测与业务识别、双层检测过滤入侵流量,形成深度防护,有效保障考试网络安全。

(三)中台层

中台层以“考务智脑”融合中台为核心,利用

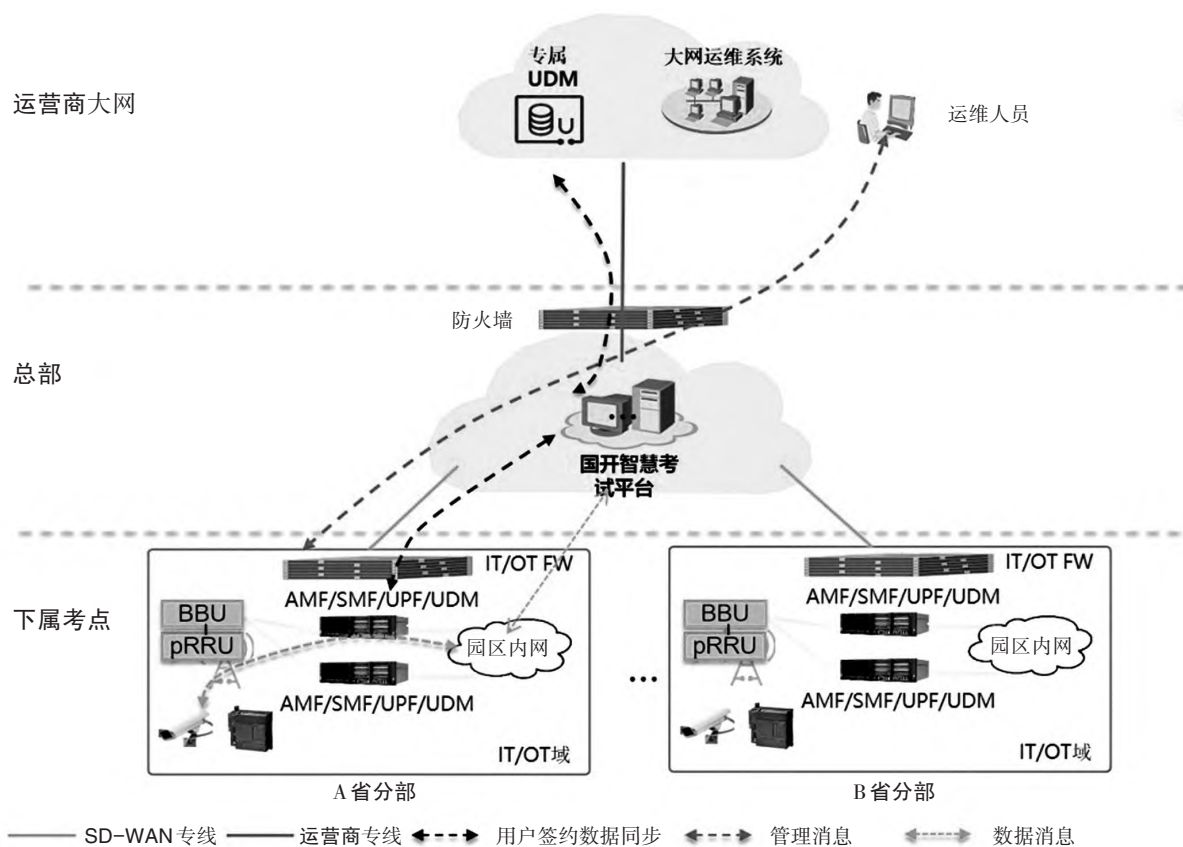


图2 大规模在线智慧考试混合组网模式架构图

5G+边缘计算技术,结合一系列技术平台实现统一的资源交换、数据采集和接口定义等功能,为应用层提供技术支撑。AI中台支持人脸识别、语音检测、作弊行为分析等功能;物联控制平台借助5G网络大连接特性构建IoT架构,接入各类硬件设备,实现对考试场景的全面感知;依托5G网络海量数据传输能力,大数据平台可对考试活动产生的数据进行管理,支持实时与非实时的数据分析挖掘;云计算平台对资源进行动态分配,其中边缘计算平台借助5G网络低时延特性提供实时计算资源、缓存加速和终端设备管理等服务;5G多级组网技术支持远程巡考平台实现跨地域实时监控、考点轮巡和视频存档等功能;信息安全平台提供多种方式的统一身份认证和API接口服务,支持用户角色与授权配置。

(四)应用层

应用层借助5G网络切片技术,为全流程考试场景提供单独的网络环境,保障重点业务的网络带宽,确保多类型考试流畅进行。从考试流程来看,考前阶段旨在辅助学校完成组考准备工作,通过5G网络实现快速报名、精准身份核验、实时环境检测和灵活考场排布等服务;考中阶段基于5G+边缘云技术可实时监测考生行为,包括作弊行为监测、作弊警告、实时考场监控、智能巡考和应急指挥等;考后阶段基于5G网络实现海量考试数据的快速上传、存储和分析,涵盖考场视频存储、网上阅卷、考务管理、考情分析等应用场景。通过多个场景功能的有机结合,应用层能够确保考试活动得到全流程有效管理,实现考试高效执行和公正保障。

(五)终端层

基于5G+AIoT技术,终端层能够同时连接大量用户终端、监控摄像头、环境传感器等设备,通过各类智能终端感知考试场景信息,为师生提供智能化的考试服务和无感化的信息采集。具体

来说,主要分为用户终端和考试装备终端:用户终端包括手机、电脑、平板、新型智慧笔、VR/AR装备等,不同用户通过使用接入5G网络的个人终端,完成在线报名、作答、监考、考试管理等不同工作;考试装备包括人脸识别手持终端、监控视频终端、显示大屏终端等。此外,还有环境感知终端,如环境传感器、压力监测传感器等。以上终端均可采用5G+多级边缘云方式实现数据分流并承载海量的终端接入^[34],以支撑大规模、高并发的考试场景。

(六)用户层

用户层对接智慧考试系统的服务对象,依据用户类型提供不同服务。教育主管部门可依据系统平台进行考试督查与决策,系统以驾驶舱形式实时展示辖区内所有考试的进行状况,生成多维度的统计报告,帮助决策者了解教育质量和考试实施情况。考试中心可基于系统平台进行大规模考试的组考、管理和评估。考点管理人员可以在系统平台上实时监控考场内的情况及各个设备的运行状态,根据实际情况进行灵活的考场资源调配。教师可在系统平台进行监考和教学评估,实时查看监督权限内的考试过程,考后访问考试结果,了解学生的学习情况和知识掌握程度,阅读系统生成的个性化教学建议。对于考生这一关键用户,系统界面设计简洁直观,适应不同年龄段和信息技术水平的考生需求,支持多种题型的展示和作答,具备成绩查询、错题分析和学习建议等多种功能。

三、智慧考试体系的典型应用场景

基于上述框架,搭建多终端融合、高效快捷的考试体系,可支持居家考试、移动考试、平板考试、点阵笔考试、虚拟实训类考试等多种大规模网络考试类型,覆盖多个具体考试场景和多维度分析场景,实现考务全流程信息化管理。下面通

过梳理在线考试考前、考中、考后三大阶段,展现以5G为核心的智能技术在大规模在线考试中的主要应用场景。

(一)考前阶段

1. 考点灵活部署

传统机房接入网络开展在线考试是当前较为常规的机考方式,一旦部署完成即可投入长期使用,稳定性有余而灵活性不足。5G网络环境下,组考方式将更加多样灵活。可在标准化考场部署5G网关,配合加密平板、加密智慧笔或无线加密耳机,实现高密度接入的移动考试模式;非标准化临时考点部署集成5G模块的智能视频监控终端,结合SD-WAN技术确保监控视频流的稳定传输,考试结束后可拆卸调配至下次复用;还可以实现5G移动考试舱的创新型考试,具备部署灵活、投资节省、应急快速等优势,特别适用于各种临时性、应急性考试场景。

2. 智能考务决策支持

大规模在线智慧考试系统可实现三个主要功能:1)考场自动编排,即通过分析报名考生的地理位置、5G基站分布情况,结合交通网络等外部数据,优化考点数量和位置布局,实现考试场次、考试时间的自动编排。2)考场设备巡检,即基于考试计划对考场设置进行完整性对比检验,对下属各级网上巡考系统核心设备、网络状态及考试设备进行快速巡检。3)监考资源实时调度,即利用摄像头、手持终端等设备追踪监考人员的位置和状态,结合考试人员、设备、场地等资源使用情况与考试需求,动态优化现场考务人员及设备的调度,支持应急情况的快速响应,保证考试高效有序进行。

3. 智能人脸识别身份核验

传统大规模在线考试身份验证存在识别方式单一、环境要求高、数据不可追溯等问题^[1]。基于5G低时延、大连接特性,结合物联网、生物识

别技术,构建由身份识别终端和身份识别管理系统组成的考生身份认证系统,实现活体检测、防假体替验功能,比如防照片欺骗、防视频欺骗等。考生可采用“身份证+指纹+人脸”组合方式进行身份核验,考点可结合通用平板、电子班牌、身份识别专用终端三种形态,对考生身份证信息、报名信息、现场采集信息进行三重比对,对接公安部联网核查接口查验考生身份,确保本人报考并在线生成证件照供考生考试使用。考生信息采集后,借助5G网络实时将考生入场核验、认证数据同步到身份识别管理系统,实现考试时间、科目、场次、人员的关联安排,以及考后数据归档的数字化管理。

4. 物联网环境检测

针对线下考场环境,基于5G+AIoT智能物联网的环境检测器可实时监测考场的温度、湿度、噪声值、光照强度等物理参数。通过5G网络的实时数据传输与整合,构建动态的考试环境评估模型,能够帮助考务人员及时发现并解决潜在考场环境问题,为后续考试环境优化提供数据支持。在居家或移动考试场景中,环境检测由客户端硬件和环境监控App共同实现。考生通过5G考试专网登录系统后,系统通过机考客户端对考生的电脑摄像头、麦克风、耳机及所处网络状态进行检测,检测均合格后方可准备考试,未达到考试要求则无法进入考试平台。考试中,答题设备上的摄像头用于抓拍考生照片,环境监控App搭载在另一台电子设备上,放置于考生后方,利用其自带摄像头实时监控考生周围环境。

(二)考中阶段

1. 智能在线监考

在线考试环境中,5G网络与边缘云计算的融合为远程实时监考提供了强有力的支撑。系统通过考场固定摄像头或电脑自带摄像头进行视频采集,支持监考视频的在线传送和离线导

出。同时,基于远程视频流实现考生异常行为实时监测与行为记录,供监考巡视人员回查取证。在考试时,如发现考生切出考试页面或未捕捉到人脸照片,系统会自动发出告警,并及时向监考巡视人员提示。监考人员可以主动进行文字交互、提醒和警告,发起视频巡视或查看考试过程照片。

2. 智能在线巡考

多级远程在线巡考是保证大规模在线考试公平与规范的重要环节。在“中心配置、次级平台互通”的多级巡考体系下,总部设立远程视频巡考监控中心,对下属考点次级平台的对讲、报警、监控视频、广播状态进行监管和控制。通过接入5G专网,下属考点次级平台可实时共享监控视频、进行数据统计。巡考人员使用专用监考账号登录巡考平台实行批量视频巡考。在5G网络支持下,系统可实现整体巡视、视频自动轮巡、云台控制、语音对讲、电子放大等功能。

3. AI作弊行为自动识别

基于考场部署的摄像头和传感器,并整合AI中台的计算机视觉技术,系统能够对考生异常行为进行实时捕捉与监测。在考试过程中,考场视频通过5G网络实时上传至边缘云,AI行为识别模型可对考场监控视频中的考生行为进行实时分析与辨别,包括转头、张望等疑似作弊动作,以及镜头内存在多个人脸、人脸匹配非本人、考试时异常声音等多种异常情况。考试过程中,智能巡考系统实施巡航监测并对监考人员和考生的行为进行分析,一旦识别到异常行为,系统会立即捕获相关视频画面的截图或短视频,并将其推送至监考端,及时向监考人员发出预警。

4. 高清视频双备份

利用5G网络部署建立高清考试视频双备份机制,实现考试数据的安全存储和快速访问。各考点视频通过专网向上汇聚至总部机房中心和

公有云,实现考场视频的实时传输、频率截图、录像存档、回放检索等功能;还可以按上传的考点、考场实时统计上传视频数据,并在下属考点上传时提供文件校验功能,保证上传数据的完整性和一致性,满足大规模多级考试回查取证的功能需求。

(三)考后阶段

1. 智能评卷

相较于传统纸笔考试,在线考试的电子化试卷可以在短时间内实现考试数据收集与试卷评阅,不仅节省大量成本,也便于长期存档和快速检索。在知识点覆盖度、答案完整性、语义相似度等多维度评分策略指导下,凭借融合自然语言处理、深度学习、知识图谱等技术的机器辅助评分模型,考试系统可以自动分析答案关键点与得分点的相关性并决定题目得分,从而实现机器智能评阅及主观题的自动评分,贯通题库出题、组卷考试、试卷评阅、成绩分析、归档管理等各个环节,切实减轻教师工作负担,实现考试评卷环节的智能化。

2. AI辅助评分

在艺术考试、实操类考试中,系统可以利用5G网在短时间内传输大量多模态考试资料,结合先进的计算机视觉模型和多模态评分模型进行更为客观、一致的AI辅助评分。模型能够精准分析考生的实践操作流程、艺术表现等细节,并提供详细、全面的评分依据,同时辅以人工审核环节,对自动评分结果进行抽检,确保评分准确性。

3. 大数据考情学情分析

基于考生答题情况,可生成供学校、学院、课程教师等多层级主体参考使用的考情分析报告和学情分析报告。5G网络支持海量终端接入,结合智能手表、智能手环、点阵笔等新型教育产品,可以提供更细化的学情考情监测数据。比如,点阵笔可采集学生答题行为数据,包括答题用时、

答题停顿、笔尖轨迹等,频繁修正表明学生对某个概念理解不深入,笔尖压力反映学生专注程度,由此识别大规模考试中每个考生的书写习惯和思维过程,精准定位学习、教学过程中的薄弱环节。

四、智慧考试体系的实践验证

(一)应用成效

本研究构建的5G智慧考试体系已在国家开放大学得到实践应用与功能验证。作为世界上规模最大的办学综合体,国家开放大学每学期要安排全国上千个考点、千万级人次的大规模考试。考生规模大、考点分散、考试科目众多、考试环境不统一等因素,使得其考情相比普通院校更为复杂。2022年,国家开放大学开始构建5G大规模在线智慧考试体系,实现了基于5G网络、Wi-Fi、专线、物联网四网融合的立体化校园网络覆盖。在校内实现了超低时延、灵活组网、有效隔离、高效运维的网络环境,跨地域校区间实现了省、市、县三级统一组网,形成了高速、稳定、安全的智慧考试网络底座。在此基础上,通过智慧考试平台提供全流程一体化、数字化智慧考试服务。

当前,5G大规模在线智慧考试体系已形成涵盖考试全生命周期的完整业务流程,覆盖国家开放大学45家省级分部、17家行业学院,承担了数十次面向常规办学体系的大规模网考、纸笔考试等多类型考试的组考任务,累计支持约200万名考生完成在线考试,最高单日考试人次超过200万,考试人脸识别身份核验每分钟签到人次超过2万。同时,“5G+智能技术”的融合应用在考试违规行为的智能识别、远程非法侵入、数据加密传输等方面发挥了显著成效。

经实践验证,5G智慧考试体系可以有效支撑大规模、高并发、多地区在线考试全流程稳定

运行,师生满意率达98%,已推广至陕西开放大学、湖北开放大学、云南开放大学等多所院校。项目还荣获2023年第六届“绽放杯”5G应用征集大赛教育专题赛三等奖,被评为工信部、教育部“5G+智慧教育”应用试点全国典型项目。

(二)实践经验与不足

通过系统分析和实践总结,归纳出构建和优化智慧考试体系的关键经验:一是坚持“技术服务教育”核心理念,始终将教育需求置于首位,以技术创新推动教育考试的质量提升和模式革新;二是重视顶层设计,明确考试体系建设目标、发展路径和实施策略,形成统一的推进机制,确保各项建设任务有效落实;三是加强多级组考体系的资源共享,通过“总部中心配置+多级考点平台互通”的方式,实现考试资源共享和过程质量的全程监管;四是完善数据安全防护机制,参照最新网络安全等级保护要求,采用多重加密、高容错能力设计、多策略容灾保护方案确保数据存储空间安全;五是加强考务培训与系统操作指引,通过系统性、常态化的培训提升考务人员对考试系统的实操能力,增强师生对新型考试模式的接受度和对系统操作的熟练度。

此外,实践应用中也凸显出一些亟待解决的问题。一方面,5G基础设施部署成本较高,基层单位和边远山区在本地化支撑能力、先进技术融合应用、后续运维保障等方面都存在诸多挑战;另一方面,5G技术与教育考试的融合有待加强,考试过程性数据采集和利用仍显不足,人工智能算法模型缺乏泛化能力,“考务智脑”的智能化程度仍待提升。

五、结束语

本研究结合当下大规模在线考试的难点和5G技术特性,构建了基于5G的大规模在线智慧考试体系,不仅明确整体框架,还从考试全流程

环节对实践应用场景进行探索。随着信息技术的发展和考试领域数字化改革的不断深入,未来5G赋能的大规模在线智慧考试体系仍有进一步完善的空间。首先,增强先进智能技术与智慧考试的融合,提升模型泛化能力与精准度,提升考务管理服务的智能化程度;其次,探索前沿技术融合的新型考试类型,如将虚拟现实技术应用于表现性测评、操作性考试和创新性考试场景中^[35],融合计算机自适应测试技术提升考试评测的精准度;最后,聚焦考试、测评领域的核心优势和数据积累,探索如过程性数据搜集与知识图谱、人才画像的结合,将考试场景延伸到人才培养全过程,实现5G技术对考试评价、人才测评、人才培养数字化的全方位支持。在当前适学人口下降、知识快速更新的背景下,5G赋能人才培养全过程有望成为教育考试数字化转型的推进器,为推动新时代人才培养的模式创新提供有力支撑。

参考文献

- [1] 佟威. 基于深度学习的大规模考试质量评估方法研究和应用[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2021: 1.
- [2] 教育部发展规划司. 2023年全国教育事业发展基本情况[EB/OL]. (2024-03-01)[2024-07-18]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2024/55831/sfcl/202403/t20240301_1117517.html.
- [3] 于涵. 打造智慧考试服务智慧教育[J]. 中国考试, 2023(5): 1-10.
- [4] 骆祖莹, 李玉顺. 智慧考场的设计架构、应用场景及关键技术[J]. 中国考试, 2022(9): 9-14.
- [5] 鄢明明. 大规模考试的演变与育人[D]. 武汉: 华中师范大学, 2003: 30.
- [6] 骆祖莹, 万桢洪, 李玉顺. 面向考场视频中作弊行为的层次式检测方法[J]. 中国考试, 2023(5): 45-52.
- [7] 肖国亮, 李汉才, 程煜. 大规模考试信息化监考系统的设计与应用[J]. 中国考试, 2019(4): 41-45.
- [8] 张隼, 李萍, 金世平, 等. 基于互联网的标准化考点信息系统建设和应用[J]. 电信科学, 2015, 31(10): 144-150.
- [9] 杨萍, 姚宇翔, 史贝贝, 等. 智慧校园建设研究综述[J]. 现代教育技术, 2019, 29(1): 18-24.
- [10] 辛涛. 推进中国教育考试现代化的初步思考[J]. 中国考试, 2023(1): 1-5.
- [11] 刘泉. 国内在线考试现状分析研究[J]. 教育教学论坛, 2021(14): 37-40.
- [12] 汪张龙. 认知智能大模型加速教育考试数字化转型[J]. 中国考试, 2023(8): 11-18.
- [13] 张远平. 基于评价数据可视化的“1+X”Web前端考试系统[J]. 信息技术与信息化, 2023(3): 147-152.
- [14] 孙昕, 刘红根, 张海, 等. 基于B/S架构的在线考试系统设计与实现[J]. 中国信息化, 2023(3): 48-50.
- [15] 杨铮, 赵毅, 蔡新军, 等. 疫情期间远程在线考试的实践与思考[J]. 计算机教育, 2020(10): 8-11.
- [16] 王福. 基于5G专网的智慧考务体系设计[J]. 电信快报, 2022(12): 39-44.
- [17] KITAHARA R T, WESTFALL F. Promoting academic integrity in online distance learning courses[J]. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, 2007, 3(3): 265-276.
- [18] COGHLAN S, MILLER T, PATERSON J. "Good proctor or Big Brother"? Ethics and online exam supervision technologies[J]. Philosophy and Technology, 2021, 34(4): 1581-1606.
- [19] MUZAFFAR A W, TAHIR M, ANWAR M W, et al. A systematic review of online exams solutions in e-learning: techniques, tools, and global adoption[J]. IEEE Access, 2021, 9(3): 32689-32712.
- [20] ARNÒ S, GALASSI A, TOMMASI M, et al. State-of-the-art of commercial proctoring systems and their use in academic online exams[J]. International Journal of Distance Education Technologies, 2021, 19(2): 55-76.
- [21] KAUSHIK R, SINGH V, KUMARI R. Artificial intelligence: a new model for online proctoring in education [C]//AIP Conference Proceedings: volume 2723, issue 1. Melville: AIP Publishing, 2023.
- [22] KASINATHAN V, YAN C E, MUSTAPHA A, et al. ProctorEx: an automated online exam proctoring system [J]. Mathematical Statistician and Engineering Applications, 2022, 71(3s2): 876-889.
- [23] 臧明. 全国首个5G高校在上海建成 上线VR高清视频等多场景应用[EB/OL]. (2019-03-20)[2024-07-

- 17]. <https://www.sues.edu.cn/75/40/c17527a161088/page.htm>.
- [24] 华南理工大学. 全国首个省级5G教育专网在华南理工大学启动运行[EB/OL]. (2022-10-17)[2024-07-17]. <https://news.scut.edu.cn/2022/1010/c41a46049/page.htm>.
- [25] 张哲浩, 李洁. 陕西开放大学5G双域专网+高校混合云平台正式运营[N/OL]. 光明日报, 2023-03-02[2024-07-17]. <https://app.guangmingdaily.cn/as/opened/n/9d8db9d2fe694370b23e04a603ad1768>.
- [26] MA R, CHEN X. Intelligent education evaluation mechanism on ideology and politics with 5G: PSO-driven edge computing approach[J]. *Wireless Networks*, 2023, 29: 685-696.
- [27] LI H, WANG W. Online collaborative learning patterns in the 5G era: features and patterns[J]. *China Audio-visual Education*, 2019(9): 31-37.
- [28] 庄榕霞, 杨俊锋, 黄荣怀. 5G时代教育面临的新机遇新挑战[J]. *中国电化教育*, 2020(12): 1-8.
- [29] XIANG H, XIAO Y, ZHANG X, et al. 5G edge computing and network slicing techniques[J]. *Telecommunications Science*, 2017, 33(6): 54-63.
- [30] 中国移动5G智慧云考场让远程应考成为可能[N/OL]. 经济参考报, 2022-06-13[2024-07-17]. http://www.jjckb.cn/2022-06/13/c_1310621690.htm.
- [31] 沈丽燕, 张紫微, 王勇超, 等. 基于5G技术的新一代智慧校园探索: 以浙江大学的5G新一代智慧校园建设与应用为例[J]. *现代教育技术*, 2024, 34(3): 116-126.
- [32] 谢其泉, 季丰. “5G+智慧考试”在开放教育期末考试中的实践与成效分析: 以河南开放大学期末考试为例[J]. *河南开放大学学报*, 2024, 37(1): 89-94.
- [33] 王燕. 智慧校园建设总体架构模型及典型应用分析[J]. *中国电化教育*, 2014(9): 88-92.
- [34] 余胜泉, 陈璠, 李晟. 基于5G的智慧校园专网建设[J]. *开放教育研究*, 2020, 26(5): 51-59.
- [35] 陈晨, 程哲. 虚拟现实技术在教育考试中的应用探析[J]. *中国考试*, 2023(10): 28-37.

Constructing of a Large-Scale Online Smarter Assessment System Based on 5G Technology

YUAN Yaxing¹, HE Yuanjing¹, GUAN Mengyuan², ZHI Yong²

(1. The Open University of China, Beijing 100039, China;

2. Research and Development Center for E-Learning, Ministry of Education, Beijing 100039, China)

Abstract: As social demand for large-scale internet-based examinations grows, there are increasing requirements for intelligent examination scenarios, administration capabilities, and examination assessment reforms. In response to these challenges, this study develops a comprehensive, smarter assessment system tailored for large-scale, cross-regional, and multi-tiered educational frameworks. Additionally, it introduces an innovative 5G multi-level hybrid network architecture specifically designed for large-scale assessment contexts. The system aims to enhance the entire examination process by integrating cutting-edge intelligent technologies, from pre-examination preparations to during and post-examination phases. The efficacy of this smarter assessment system has been validated through practical applications at the Open University of China, providing a practical pathway for organizing and managing large-scale, socially-oriented assessments in the future.

Keywords: 5G technology; smarter assessment system; large-scale assessment; online assessment; intelligent technologies

(实习编辑: 武录里)