

基于 AI 赋能的铁路精测网实训系统研究

张艳潮

辽宁铁道职业技术学院 辽宁锦州 121000

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19756

[摘要] 针对铁路测量教学面临的实训场景受限、理论与实践脱节等痛点,本文提出融合人工智能与虚拟仿真技术的铁路精测网实训系统。该系统依托 Unity3D 引擎构建高保真虚拟环境,集成智能问答、知识图谱、数据分析等 AI 技术,打造“方案制定-平面控制网-高程控制网”三位一体实训平台。实践表明,系统能够有效提升学生实践能力,为铁路测量人才培养提供新路径。

[关键词] 人工智能;铁路精测网;虚拟仿真;实训系统

1 引言

精密测量控制网是铁路工程的质量基石,其精度直接影响工程安全与质量。当前我国高速铁路网络持续扩展,对高素质测量人才的需求日益迫切。然而,传统铁路测量教学存在显著短板:野外实训组织困难,场地、设备、天气等客观条件限制较大;理论与实操衔接不畅,学生虽掌握原理但面对实际工程时应用能力不足;优质教学资源分布不均,部分院校实训设备匮乏;考核评估方式单一,难以全面反映学生真实水平。

近年来,人工智能技术突飞猛进,为教育领域带来深刻变革。AI 与虚拟仿真、大数据等技术的结合,为破解传统教学困境提供了新思路。通过构建智能化、沉浸式实训环境,在虚拟空间中还原真实工程场景,实现个性化教学与精准评估,能够大幅提升教学成效。

本文围绕“基于 AI 赋能的铁路精测网实训系统”展开研究,系统阐述平台的设计理念、核心功能、技术架构及应用价值,旨在为铁路测量教育数字化转型提供参考。

2 系统设计理念与目标

2.1 设计理念

铁路精测网 AI 智仿实训平台秉承“以学生为中心、以能力为本位”的育人理念,坚持理论实践结合、虚实融合、教考统一原则,通过技术创新突破传统教学瓶颈。

平台注重场景真实还原,借助高保真虚拟仿真技术,完整复现铁路测量施工现场的地形地貌、设备仪器、环境条件等要素,让学生在虚拟环境中获得接近真实的操作感受。平台强化交互体验,运用 3D 动画、交互模型、智能对话等技术,营造多维学习场景,激发学生主动性。平台强调智能管理,依托知识图谱、数据分析、个性推荐等技术,实现教学内容

与方式的精准匹配,满足差异化学习需求。

2.2 设计目标

平台旨在实现四项目标:构建教学闭环,通过“理论学习-实操训练-考核评估”一体化设计,形成完整教学链条;突破时空限制,虚拟环境使学习摆脱场地、设备、天气等制约;推行因材施教,基于 AI 大数据分析识别学生特点,智能推送学习资源;强化实践能力,在高逼真虚拟环境中让学生安全积累经验。

3 核心功能模块设计

3.1 方案制定模块

方案制定模块承担知识管理与规范支撑职能,整合铁路测量核心理论,包括测量基础、误差理论、控制网设计等内容,借助结构化目录与知识图谱技术帮助学生建立系统知识框架,支持关键词检索、知识点关联等功能。

模块实时同步最新技术标准,涵盖《高速铁路工程测量规范》(TB 10601-2009)、《全球导航卫星系统(GNSS)测量规范》、《铁路工程卫星定位测量规范》、《国家一、二等水准测量规范》等权威文件,为测量作业提供依据。系统支持知识库动态更新,及时纳入行业新技术、新规范,确保教学内容时效性。

3.2 平面控制网模块

平面控制网模块围绕 GNSS 静态控制测量,采取“学习-训练-考核”三段式架构,覆盖测量全流程。

学习模式遵循“理论-认知-实践-测评”逻辑,系统化解构 GNSS 静态控制测量知识体系。理论环节通过图文、动画、视频等媒介讲解 GNSS 原理、卫星定位、误差控制等内容。认知环节借助 3D 交互模型展示 GNSS 接收机、采集器、天线等设备结构与操作要点。实践环节提供作业指导书与流程模拟,

学生可逐步演练测量准备、外业观测、数据处理等步骤。问答环节基于自然语言处理与专业知识图谱,植入智能 AI 对话功能,实时解答测量原理、设备调试、误差分析等问题。

训练模式仿照真实铁路工程外业施测与内业处理场景。外业环节要求学生按任务完成控制点选埋、设备架设、数据采集等操作,虚拟环境实时反馈操作规范,如天线对中整平误差提示、观测时段优化建议、卫星信号质量评估等,同时模拟恶劣天气、电磁干扰等复杂工况锻炼学生应变能力。内业环节允许导入虚拟观测数据,学生使用专业平差软件进行基线解算、网平差分析,系统内置数据处理平台提供基线处理、闭合环计算、网平差等功能,自动生成数据质量报告。

考核模式采取全流程无提示仿真考核,全面检验学生综合能力。系统随机生成包含控制点布设方案、外业数据采集、内业平差计算等环节的考核任务,依托多维度评分模型对操作进行自动评分,涵盖操作规范、数据精度、任务效率、安全指标等维度,并出具详细考核分析报告,精准定位薄弱环节。

3.3 高程控制网模块

高程控制网模块以二等水准测量为核心,延续“学-练-考”一体化思路,针对水准测量难点开展专项设计。

学习模式提供详尽水准测量原理讲解与规范解读,重点阐释二等水准测量的技术要求、作业流程、误差控制等内容,通过 3D 动画演示水准仪构造、读数方法、气泡居中原理等。

训练模式支持虚拟外业测量与内业高差闭合差调整实操。外业测量仿真水准路线规划、测站布设、仪器操作、读数记录等步骤,特别针对跨河水准测量、隧道水准测量等特殊场景进行专项训练。内业计算指导学生进行高差闭合差计算、平差分配、成果整理等内业工作,系统自动检核计算结果。

考核模式通过随机设置测量误差、突发状况等挑战,全面检验学生对二等水准测量技术的掌握程度,如设置仪器倾斜、水准尺读数异常、天气突变等意外情况,考察学生应急处理与问题解决能力。

4 技术架构与创新亮点

4.1 AI 智能技术深度融合

AI 技术构成系统核心创新。系统搭建铁路测量专业知识图谱,整合测量规范、技术案例、设备参数、常见问题等信

息,运用本体建模技术构建测量原理、设备类型、作业流程、误差来源、质量控制等多维度实体与关系。

依托自然语言处理与深度学习技术,系统开发智能问答引擎,能够理解学生自然语言提问,通过知识图谱检索与推理生成精准答案,与传统关键词搜索不同,智能问答系统可处理复杂语义关系,提供上下文关联解答。对于基础理论问题,系统给出标准答案;对于复杂工程场景,系统提供专家级解决方案。

通过分析学生学习行为数据,包括学习时长、答题正确率、操作规范等,系统能够自动生成学生能力画像,基于能力画像与知识图谱智能推送适合的学习资源与训练任务,实现真正因材施教。

4.2 高逼真虚拟仿真技术

虚拟仿真是实现沉浸式体验的关键技术。系统基于 Unity3D 引擎开发,采用 HDRP 高清渲染管线,呈现电影级视觉效果。借助物理引擎仿真技术,完整复现铁路测量施工现场环境,包括山地、平原、桥梁、隧道等地形地貌以及测量设备操作界面、数据采集流程等细节。

系统通过物理引擎仿真测量设备力学特性,如水准仪气泡居中运动遵循物理规律,三脚架调节具有真实重量感与阻尼感。此外还模拟气象环境对测量精度的影响,如温度、气压变化导致的测量误差,让学生在虚拟环境中了解环境因素作用。

系统支持 VR 设备,学生通过头戴式显示器可进入 360 度全景虚拟施工现场,通过手柄控制测量设备获得沉浸式操作体验,还支持空间音频模拟现场环境声音进一步增强真实感。

4.3 智能化教学管理系统

智能化教学管理系统是连接教师与学生的纽带,提供全面教学管理与支持功能。教师可根据教学大纲与学生水平定制课程体系,设置学习目标与考核标准,系统支持发布个性化学习任务,指定学习内容与时间要求。系统实时记录学生学习行为数据,包括学习时长、学习路径、答题情况、操作记录等,教师可随时查看每个学生学习进度,掌握整体教学情况。系统通过大数据分析技术自动生成教学效果分析报告,不仅包括班级平均分、及格率等传统指标,还深入分析知识点掌握程度、常见错误类型、能力分布等,为教学改进提供数据支持。

5 应用价值与社会效益

5.1 教育价值

虚拟仿真系统大幅提升教学效率,传统实训需组织学生前往野外场地,受天气、交通、设备等因素制约,往往难以保证充足实训时间,虚拟实训可随时随地进行,学生在课余时间也能自主练习,有效增加实训时长。

铁路测量设备价格高昂,一套高精度 GNSS 接收机价值数十万元,多数院校难以大量购置,虚拟仿真系统通过软件模拟设备,学生可反复练习而无需担心设备损坏,显著降低教学成本。野外测量存在一定安全风险,如山地形复杂、天气多变等,虚拟仿真系统在安全无风险环境中提供训练,学生可大胆尝试各种操作,无需顾虑安全事故。

5.2 人才培养价值

通过虚拟仿真训练,学生可在较短时间内积累丰富实践经验,缩短从理论到实践的过渡期,毕业后能够更快适应工作岗位。系统提供标准化教学内容与考核标准,确保教学质量统一,智能化评估系统能够精准发现学生薄弱环节,有针对性地开展强化训练,全面提升学生综合能力。掌握先进虚拟仿真训练方法与 AI 辅助学习工具,学生不仅具备扎实专业知识,还具备良好学习能力与问题解决能力,在就业市场上更具竞争力。

5.3 行业发展价值

系统是教育数字化转型典型案例,展示人工智能、虚拟仿真等新技术在教育领域的应用潜力,为其他专业实训系统建设提供参考。系统紧密对接铁路工程实际需求,培养人才更符合行业要求,促进教育与产业深度融合。铁路测量是铁路工程建设的基础环节,培养高素质测量人才对于保障铁路工程质量、推动铁路高质量发展具有重要意义。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本文系统研究基于 AI 赋能的铁路精测网实训系统的设计理念、功能模块、技术架构与应用价值。研究表明,人工智能技术与虚拟仿真技术的深度融合,为解决传统铁路测量教学痛点问题提供有效技术路径,系统能够构建高逼真虚拟环境,提供智能化学习支持,实现个性化教学管理。系统的“方案制定-平面控制网-高程控制网”三位一体设计,形成完整教学闭环,涵盖铁路精测网教学核心内容,能够系统提升学生理论水平与实践能力。系统具有显著应用价值与社会

效益,不仅能够提高教学效率、降低教学成本、消除安全隐患,还能够缩短人才培养周期、提升人才培养质量、增强就业竞争力,为铁路行业培养更多高素质专业人才。

6.2 未来展望

随着技术持续发展,铁路精测网 AI 智仿实训系统仍有巨大提升空间。未来可引入数字孪生、增强现实、混合现实等更先进技术,进一步提升虚拟环境真实感与交互性,探索大模型在智能问答、个性化推荐等方面的深度应用,提高 AI 智能化水平。

当前系统主要聚焦平面控制网与高程控制网,未来可扩展到轨道精调测量、变形监测、沉降观测等更多专业领域,构建更全面铁路测量实训体系。建设云平台实现多所院校资源共享与协同教学,学生在云端访问统一实训资源,教师共享优秀教学案例与考核方案,形成教育生态共同体。中国高速铁路技术处于世界领先地位,该实训系统可推广到“一带一路”沿线国家,为全球铁路人才培养贡献中国智慧与中国方案。

基于 AI 赋能的铁路精测网实训系统是教育技术与专业教学深度融合的典范,不仅解决当前铁路测量教学实际困难,也为未来智慧教育发展提供新思路。随着技术不断进步与应用不断深入,该系统必将在铁路测量人才培养与铁路工程建设中发挥越来越重要的作用。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国铁道部. TB 10601-2009 高速铁路工程测量规范[S]. 北京:中国铁道出版社,2009.
 - [2]国家测绘地理信息局. GB/T 18314-2009 全球定位系统(GPS)测量规范[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
 - [3]杨帆. 虚拟仿真技术在土木工程中的应用[J]. 科技资讯,2024,22(06):152-154.
 - [4]曹大猛. 大数据治理中人工智能辅助的决策支持系统设计与实现[J]. 信息与电脑,2025,37(09):121-123.
- 基金项目:辽宁省教育科学“十四五”规划2025年度课题:“基于 AI 赋能的铁路精测网实训系统研究”(JG25EB175);辽宁省职业技术教育学会2024-2025年度教研规划课题:高职铁道工程专业建筑工业化转型路径研究(LZYJY25307);辽宁铁道职业技术学院2025年度校级课题:基于模糊综合评价的铁路类院校实训课评价体系研究(1tyjyjx2025011)