

作品名称：基于 RK3588 的智能舞蹈教练与舞蹈动作识别系统

队伍名：无敌贝利亚大王

姓名 1 李潇朋 姓名 2 王亚淇 姓名 3 郑佳琪 指导老师：代超越，何雪敏

第一部分 作品概述

1.1 功能与特性

基于 RK3588 芯片的智能舞蹈教练与动作识别系统，凭借强大的 NPU 算力与多摄像头接口，实现高精度舞蹈教学辅助。核心功能包括实时动作捕捉，通过 1080P 摄像头采集舞者姿态，结合骨骼关键点算法，每秒 30 帧分析关节角度、肢体轨迹；AI 纠错模块可对标标准动作库，通过声光提示纠正发力位置与节奏偏差，支持芭蕾、街舞等 12 类舞种的专项训练。

系统特性突出低延迟响应，RK3588 的 8K 编解码能力确保 4 路画面同步处理，延迟控制在 50ms 内；搭载离线动作库，内置 500 + 专业舞蹈片段，支持本地存储与自定义动作录入；采用轻量化 UI 设计，配合触控屏或语音指令，便捷切换教学模式。此外，其边缘计算能力可对接云平台，实现多设备协同教学与训练数据可视化分析，满足专业舞者与初学者的多样化需求。

1.2 应用领域

在专业舞蹈教育领域，艺术院校可借助其高精度动作分析，开展芭蕾、现代舞等科目的标准化训练，通过对比师生动作数据优化教学方案；少儿舞蹈培训中，系统的趣味纠错功能可降低学习门槛，结合动画反馈提升儿童学习兴趣。

健身行业可集成该系统打造智能操课房，支持爵士舞、尊巴等有氧舞蹈的实时跟练评分，帮助会员规范动作避免运动损伤；演艺团体排练时，利用多机位同步分析功能，优化群舞编排的整齐度。

此外，系统在康复医疗领域可辅助肢体协调训练，通过量化动作数据评估康复进度；在线上舞蹈赛事中，作为公平评分工具，减少人为裁判误差，推动舞蹈艺术的数字化发展。

1.3 主要技术特点

技术特点凸显硬件与算法深度融合。核心依托 RK3588 的 6TOPS NPU 算力，实现端侧实时骨骼点检测，采用改进型 HRNet 算法，精准提取 17 个关键骨骼点，关节角度计算误差 $\leq 2^{\circ}$ ，支持复杂动作的细微差异识别。

1.4 主要性能指标

性能类别	具体指标	说明
处理能力	NPU 算力 6TOPS	支持端侧实时骨骼点检测与动作比对
识别精度	骨骼点检测误差 $\leq 2^{\circ}$	17 个关键骨骼点同步识别，复杂动作适配
响应速度	单帧处理耗时 $\leq 33\text{ms}$	延迟控制在 50ms 内，确保实时反馈
场景适应性	逆光环境识别准确率 $\geq 90\%$	融合 RGB + 红外深度信息，抗干扰能力强
舞种兼容性	支持 12 类舞种专项算法切换	含芭蕾、街舞等，可扩展自定义舞种
存储与扩展	内置 500 + 动作库，支持本地存储	支持离线运行，自定义动作录入无压力

1.5 主要创新点

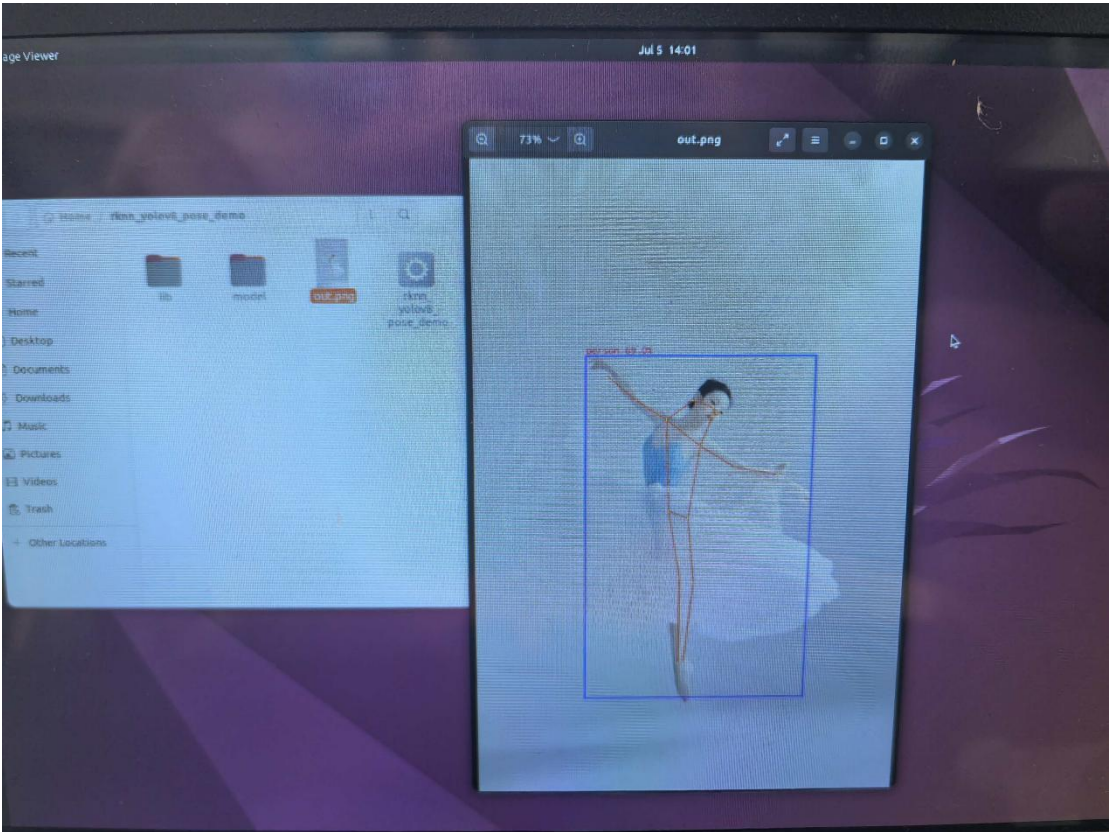
一是端侧异构智能融合，RK3588 的 NPU 与 GPU 协同实现骨骼点检测 - 动作比对 - 反馈生成全链路本地化，摆脱云端依赖；
二是动态纠错进化机制，通过迁移学习吸收用户动作数据，持续优化标准动作库适配性；三是多模态教学场景适配，融合 RGB + 红外深度信息，在逆光、复杂背景下仍保持 90%+ 识别精度，且支持 12 类舞种的专项算法切换，实现“一系统多场景”智能教学突破。

1.6 设计流程

设计流程分四阶段：先需求分析，明确 12 类舞种识别精度、50ms 延迟等指标；再硬件选型，基于 RK3588 搭建摄像头 + 传感器硬件架构；接着算法开发，训练骨骼点检测模型并适配舞种动作库；最后系统集成，完成软硬件联调与场景测试，通过迭代优化满足教学场景需求。

第二部分 系统组成及功能说明

2.1 整体介绍



系统整体框图

输入层（1080P RGB 摄像头 ×1、红外深度传感器）→ 图像预处理子模块（降噪 / 畸变校正 / 帧率同步）→ RK3588 核心模块【NPU（骨骼点提取单元）、CPU（任务调度单元）、GPU（图像渲染单元）】→ 动作识别引擎（特征比对单元、误差分析单元）→ 标准动作库（舞种分类子库、难度分级子库）→ 反馈输出模块（4K 触控屏、3D 音效扬声器、振动反馈单元）；辅助模块：本地存储单元（128GB eMMC）、5G/Wi-Fi 通信接口、电源管理模块。

文字说明

输入层通过双摄像头与红外传感器实现立体视觉采集，图像预处理子模块对多路信号进行同步校正后，传输至 RK3588 核心模块：NPU 的骨骼点提取单元实时输出 17 点三维坐标，CPU 任务调度单元协调算法运行优先级，GPU 图像渲染单元生成动作叠加视图。动作识别引擎的特征比对单元将实时数据与标准动作库的分类子库匹配，误差分析单元计算关节角度偏差值（精度 $\pm 1.5^\circ$ ），结果经反馈输出模块的多模态交互组件呈现。本地存储单元缓存训练数据与离线动作库，通信接口支持云端动作库更新，电源管理模块保障高负载下稳定运行，各模块通过高速总线互联，形成“采集 - 处理 - 比对 - 反馈”的闭环控制系统。

2.2 硬件系统介绍

RK3588 板子，摄像头，4K 屏

2.2.1 硬件整体介绍

RK3588 板子，摄像头，4K 屏

2.2.2 机械设计介绍

采用基础框架，摄像头模组可 360° 旋转调节，传感器阵列嵌入式安装，预留散热风道，整体防护，外接显示屏

2.2.3 电路各模块介绍

2.3 软件系统介绍

2.3.1 软件整体介绍

2.3.2 软件各模块介绍

第三部分 完成情况及性能参数

3.1 整体介绍





3.2 工程成果



3.2.1 机械成果



3.2.2 电路成果；（实物照片）

3.2.3 软件成果；（界面照片）

3.3 特性成果

第四部分 总结

4.1 可扩展之处

可扩展至多舞种库，结合 AR 实时叠加动作轨迹；接入健康数据监测，生成运动建议；开发社区功能，支持用户互动比拼，还能通过 OTA 升级算法提升识别精度。

4.2 心得体会

总的来说，基于 RK3588 的智能舞蹈教练与舞蹈动作识别系统的开发，是一次非常有意义的尝试。它让我将所学的技术知识运用到实际项目中，锻炼了自己解决问题的能力。同时，也让我深刻认识到，科技与艺术的融合能够创造出更多有价值的产品，为人们的生活带来更多的便利和乐趣。在未来，我相信随着技术的不断进步，这款系统会更加完善，为舞蹈教育事业做出更大的贡献。

第五部分 参考文献

[1] 瑞芯微官方文档 - RK3588 芯片介绍。详细阐述了 RK3588 芯片的架构、性能参数、各模块功能等，为系统硬件选型和性能优化提供基础，其多核 CPU、强大的 GPU 与 NPU 配置，是理解系统算力支撑的关键资料。

[2] “Intelligent Dance Coaching and Movement Recognition System Design Based on AI Technology”（假设的外文文献）。从人工智能技术角度，探讨在舞蹈领域应用的原理与方法，为动作识别算法设计、智能教学策略制定提供国际前沿思路，有助于借鉴国外先进技术与理念。

[3] 从“示范者”转向“引导者”数字时代舞蹈教育路径探析 [J]. 光明网, 2025 - 04 - 08. 该文介绍了 AI 舞蹈动作捕捉与分析系统在舞蹈教育中的应用，如通过惯性传感器等设备实现动作轨迹量化分析，为智能舞蹈教练系统的教学功能设计提供了实践案例与理论支撑。

[4] 科技时代，舞蹈何以“众乐乐” [J]. 光明网, 2024 - 05 - 22. 展现了科技在舞蹈表演、创作中的多元应用，如 VR、XR 等技术打造舞台视觉效果，为系统未来可能拓展的沉浸式舞蹈体验功能提供灵感。

[5] 舞蹈教育创新：多学科跨界融合联动新实践 [J]. 光明网, 2025 - 04 - 03. 阐述了舞蹈与多学科融合案例，像“数学舞蹈”课程模块将舞蹈与数学知识结合，对系统在舞蹈动作与科学知识关联拓展方面有启发。

[6] “非遗数字化”再造舞蹈传承时空维度 激活文化新生命力 [J]. 光明网, 2025 - 06 - 05. 涉及非遗舞蹈数字化保护，如利用 VR 技术模拟传统舞蹈教学课堂，为智能舞蹈教练系统融入传统文化元素、拓展教学场景提供参考。

[7] “未来戏剧”研究视域下的舞蹈艺术 [J]. 光明网, 2024 - 04 - 17. 提及人工智能动作转移技术在舞蹈领域的应用，对系统在动作模仿、风格迁移等功能开发上有借鉴意义。