

基于 Android 系统的无人机航拍技术优化

雷静

新疆轻工职业技术学院，新疆 乌鲁木齐 830000

DOI:10.61369/ME.2025070010

摘要：无人机航拍技术具有不受地理条件限制、操作便捷等优势特点，随着技术的持续更新升级，逐渐在地理测绘、影视制作等领域得到了广泛应用。但由于无人机自身特性，在一些特殊环境下如何实现高质量、低延迟的拍摄，成为技术攻坚的主要方向。Android系统具有开放的生态以及强大的多媒体处理能力，与无人机航拍技术深度融合，能够有效提高复杂场景图像处理帧率，减小数据传输延迟。文章围绕基于Android系统的无人机航拍技术优化展开论述，分析具体的技术优化要点，并总结技术实现方案，以期为无人机航拍技术的实用化改进提供参考。

关键词：无人机航拍技术；Android系统；数据传输；图像质量

Optimization of UAV Aerial Photography Technology Based on Android System

Lei Jing

Xinjiang Light Industry Technical College, Urumqi, Xinjiang 830000

Abstract : UAV aerial photography technology offers advantages such as being unrestricted by geographical conditions and ease of operation. With continuous technological advancements, it has gradually found widespread applications in fields such as geographic surveying and filmmaking. However, due to the inherent characteristics of UAVs, achieving high-quality, low-latency shooting in specific environments has become a primary focus for technological development. The Android system, with its open ecosystem and powerful multimedia processing capabilities, when deeply integrated with UAV aerial photography technology, can effectively enhance the frame rate of image processing in complex scenarios and reduce data transmission delays. This article discusses the optimization of UAV aerial photography technology based on the Android system, analyzes specific technical optimization points, and summarizes technical implementation solutions, aiming to provide references for the practical improvement of UAV aerial photography technology.

Keywords : UAV aerial photography technology; Android system; data transmission; image quality

无人机航拍技术不断推陈出新，从初期单一、模糊的航拍图像，逐渐发展到稳定、高清的视频图像，成为推动众多行业发展的重要力量。操作系统作为无人机的核心所在，直接关系到无人机的运行稳定，而Android系统可提供强大的生态支持，逐渐成为无人机开发的首选，能够提供强大的数据处理、远程控制和数据交互等功能。但随着应用场景的逐步拓展，无人机航拍质量要求与日俱增，基于Android系统的无人机航拍技术同样暴露出一系列不足，如何进一步优化改进，提升航拍质量，已然成为一项热点课题内容。

一、Android 系统与无人机航拍技术概述

(一) 概念解析

Android系统是Google公司开发的移动操作系统，主要基于Linux内核实现，由于系统的开源性，使其广泛应用于平板电脑、智能手机、智能手表等领域。Android系统应用框架较为完整，开发者主要采用Kotlin、Java等编程语言开发不同类型的应用程序。Android系统支持深度定制硬件驱动和多任务处理功能，适配多种无人机硬件平台，使用户获得更为高效、便捷的操作体验；Android系统接口丰富，提供传感器管理、Camera2 API、多媒体

编解码等接口，支持无人机航拍功能深度定制开发；Android系统兼容TensorFlow Lite、OpenCV等第三方资源库^[1]。

无人机航拍技术则是在无人机上搭载拍摄设备，能够实时采集空中影像数据，主要功能如下：①数据采集：采用红外传感器、高分辨率摄像头等装置采集图像数据。②数据传输：基于4G/5G以及Wi-Fi等网络实现数据低延迟传输。③智能分析：提供自动障碍物识别、追踪以及避障等功能。

(二) 应用优势

基于Android系统的无人机航拍系统，相较于传统PC端控制或是遥控器控制方式而言，优势主要表现在以下几点：

(1) 成本低、操作便捷。依托现有 Android 系统优化无人机航拍技术，代替专用硬件平台，可发挥 Android 系统普及率高的优势，降低无人机航拍系统整体部署成本，而且轻量化的设计可以更好地适应野外复杂环境^[2]。

(2) 高效的处理性能。依托 Android 系统，可为硬件加速提供支持，MediaCodec 支持 H.264 硬编解码，CPU 的负载大幅度降低。同时，基于 Android 系统的 RenderScript 支持多线程优化，大幅度提高采集图像数据的处理效率。

(3) 生态扩展丰富、灵活。Android 系统可集成 AI 框架，根据需要集成扩展场景识别、自动构图等智能化航拍功能，并支持阿里云、AWS 等云平台介入，航拍数据的云端存储^[3]。

(4) 实时交互。依托 Android 系统与用户进行实时交互，通过开发简化、人性化的操作界面，用户可触屏操作，并通过手势交互精简无人机飞行控制流程；优化图像传输技术，降低图像传输延迟，优化后达到 100ms，从而实现无人机飞行过程实时监控。

二、基于 Android 系统的无人机航拍技术优化要点

(一) 图像质量优化

无人机航拍图像质量容易受到光照变化或是抖动等因素影响，导致图像色彩失真、画面模糊。硬件适配方面，Android 系统硬件支持无人机配备高分辨率的摄像头，采用 Camera2 API 高级控制，配备 PIS/EIS 硬件级图像稳定技术，能够减少拍摄过程中的画面抖动、模糊问题，在复杂光线条件仍然可捕捉更多细节^[4]。Android 系统精准调控摄像头各项参数，开发专门的应用程序，操作者可在应用程序中手动调节 ISO、快门速度以及白平衡等参数，从而适应不同拍摄环境。如强光环境下，降低 ISO 值减少噪点，而在弱光环境下延长快门时间，可大幅度提高镜头进光量。基于 Image Reader 精准捕捉多帧原始图像数据，经由 OpenCV 生成动态范围较高的 HDR 图像。

图像处理算法方面，Android 系统拥有较为丰富的图像处理库，能够为图像处理算法应用提供支持。基于 OpenCV 对航拍图像去噪处理，经由中值滤波、高斯滤波等算法，对画面中的噪声充分消除，提高画面洁净度；依据直方图均衡化算法，使航拍图像对比度大幅度增强，呈现丰富的亮部层次、暗部细节。如运用 Renderscript 编写 GPU 着色器，实现画面非局部均值降噪和边缘增强，低光照条件下基于 GLES30 实时去噪，提高 PSNR15% 左右。智能编码压缩环节，运用 MediaCodes 硬编 H.265，对比传统的 H.264 可减少带宽资源占用，并通过动态码率控制，结合网络往返时延动态自适应码率，如一旦延迟达到 100ms，系统自动启动降码率程序^[5]。另外，针对航拍中的畸变图像，依据 Android 系统针对性开发畸变校正模块，收集相关畸变参数建立模型实时校正，为航拍画面几何参数的合理性提供坚实保障。另外，Android 系统经过长期的更新升级，现阶段已经支持多核处理器以及 GPU 加速能力，实现海量的航拍数据高效、精准处理，在支持航拍系统稳定运行同时，提高航拍视频和图像的流畅性。

(二) 飞行稳定性优化

无人机飞行过程中，容易 GPS 信号偏移、风扰等因素影响，导致无人机飞行轨迹发生抖动。为了保障无人机飞行稳定性，保障航拍质量，基于 Android 系统可从环境感知与避障、飞行控制算法优化等方面进行优化。无人机航拍系统配备的传感器融合校正，融合加速度计和陀螺仪的设备与无人机飞控数据集成，基于卡尔曼滤波预测无人机后续的飞行姿态，操作人员可运用 Android 系统陀螺仪辅助调整无人机的偏航角，提高无人机飞行轨迹精度。为无人机外部接入高精度 GPS 模块，经由 USB-OTG 实现无人机飞行定位数据实时传输。精简设计 MAVLink 协议，去除调试信息等不必要的字段，尽可能缩小指令帧长度，缩小控制指令的传输延迟^[6]。为了保障通信安全、稳定，实行 Wi-Fi 与 4G/5G 链路热备份模式，依据网络通信情况，Android 系统可自动切换网络传输通道，保障通信数据传输质量。抗风扰方面配备 PID 控制器，基于 C++ 语言编写低延迟的控制算法，并集成到系统的 NDK 层，增强无人机的抗风扰性能以及悬停稳定性。无人机航拍系统应配备视觉辅助定位功能，有机整合 OpenCV 和摄像头，即便 GPS 定位失效，仍然可采集地面特征点确定空间定位，保证无人机的悬停精度和稳定性。

Android 系统集合红外传感器、超声波传感器等采集数据，同步传输到 Android 系统，依据融合算法智能分析和处理传感器数据，建立环境感知三维模型。无人机飞行过程中识别到周围存在障碍物，系统可自动发送避障指令，调整无人机的飞行轨迹。无人机穿越树林时，基于无人机上配备的视觉传感器捕捉林木轮廓，快速计算出无人机安全飞行路线，并自动执行，在避障同时保证无人机飞行稳定^[7]。

(三) 操控界面优化

操控界面设计是否合理，很大程度上影响用户操作效率和体验。因此，基于 Android 系统优化无人机航拍系统操作界面，遵循简洁直观原则优化界面布局，主界面优先展示系统的核心功能，具体包括操作区、显示区和快捷功能区几个板块。飞行状态显示区域，能够实时展现无人机飞行速度、高度、GPS 信号强度以及无人机电量等信息，或是自动以悬浮窗，以数字和图表等形式实时、可视化呈现。例如：

▶ 高度：79.2m ▶ 速度：4.8m/s ▶ 卫星：15/32
▶ 电池：52% (29min) ▶ 图传延迟：78ms

操作区为用户滑动控制或虚拟摇杆操控，并提供自定义控制灵敏度参数，适应不同用户的无人机操控习惯，该功能对于新手较为友好。

快捷功能区包括一键起飞 / 返航、录像和拍照等功能，并配合大尺寸图标、文字加以解释说明，便于用户理解各项功能，快速调用各项功能。同时，基于 Jetpack Compose 声明式 UI，适应智能平板、智能收集等不同操作终端。特殊情况下，为用户提供分屏操作模式，左侧展示无人机拍摄视频流，右侧则展示飞行区域地图以及无人机各项参数，相较于全屏展示信息更加全面^[8]。

系统交互逻辑方面，发挥 Android 系统触控特性，用户可采用手势或多点触控操作。用户双手缩放手势，即可调整摄像头焦

距，单指滑动控制摄像头旋转，调整摄像头角度，如果长按某按钮即可快速弹出详细菜单，操作更为便捷。操作界面配备提示功能，用户如果忽视无人机电量尝试远距离飞行，系统即可自动化发出提醒信息，并建议充电或是短距离飞行^[9]。

(四) 数据传输优化

无人机航拍系统的协议层优化方面，采用自适应传输协议，系统依据飞行需要动态切换 RTP/UDP、QUIC/TCP，基于 Android 系统实时监控通信质量，如果发现带宽不足，或是带宽抖动，即可自动切换协议^[10]。开发者基于 Android 系统开发自定义传输协议，结合无人机航拍系统短小的控制指令、连续视频帧等特点，减少带宽资源，提高数据传输效率和质量。无人机航拍系统可采用“Wi-Fi+5G”双通道聚合传输方案，基于 Android 系统的 Multipath TCP 进行绑定，保障数据信息安全稳定传输。如图 1。

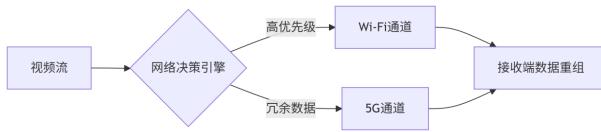


图1 “Wi-Fi+5G” 双通道聚合传输

三、基于 Android 系统的无人机航拍技术的实现方案

(一) 系统架构设计

基于 Android 系统的无人机航拍系统架构设计，按照硬件层、服务层、引擎层以及应用交互层进行划分。其中硬件层主要包括无人机端和 Android 端，无人机端包括飞控主板、传感器、摄像头模组以及通信模块，后者包括硬件编解码功能的 GPU、麦克风 / 光感 / 陀螺仪等传感器；系统服务层采用 MAVLink 协议栈、双通道粘合；引擎层包括图像处理引擎、传输决策引擎以及飞行控制引擎；应用交互层包括语音控制模块、导航界面以及应急机制（紧急情况下，双指长按强制悬停功能）。

为了保障无人机航拍系统运行安全和稳定，应建立相配套的

性能保障机制，如表 1。

表1 性能保障机制

挑战	措施	Android 功能
实施保障	NDK 层实时控制循环	检测 ANR
兼容多设备	分层抽象接口	统一硬件访问
内存抖动	共享内存	跨进程传递
断网恢复	本地指令缓存	持久任务

(二) 关键技术

基于 Android 系统的无人机航拍技术实现方案中，集合了多项核心技术，主要技术如下：

(1) 智能飞行控制技术。发挥 Android 强大的运算能力，建立无人机动力学模型，实时采集无人机飞行数据，预测未来无人机的飞行轨迹和状态，提前生成优化控制指令，减少多因素干扰，保障无人机稳定飞行。面向不同航拍场景，针对性开发自适应飞行模式，锁定目标物体后，无人机能够自动调整飞行速度和状态，保证目标始终处于航拍画面中心位置。

(2) 图像实时处理技术。基于 Android 系统 GPU 加速能力，运用图像实时拼接技术，按照匹配算法将拍摄的图像拼接为全景图，并自动消除重叠区域或畸变。同时，基于深度学习目标检测算法，自持无人机设备实施跟踪行人、车辆等运动目标，在防抖技术支持下提取视频帧运动矢量，针对性修正和补偿视频帧，消除噪点和抖动，提高画面质量。

(3) 可靠通信技术。Android 系统配备无线通信模块，能够实时监控通信质量，检测到信号衰减或受外部信道干扰等情况，自动切换高质量通信频段，提高通信质量。

四、结论

综上所述，基于 Android 系统无人机航拍技术优化，主要从图像质量优化、飞行稳定性优化、操控界面优化以及数据传输优化几方面展开，致力于提高无人机航拍质量、稳定性，减少外部干扰，为各行业提供优质、可靠的航拍服务。

参考文献

- [1] 刘超, 石培鑫, 钟程, 等. 基于大数据的无人机航拍小目标检测技术 [J]. 信息技术与信息化, 2025, (06): 139–143.
- [2] 钟帅, 王丽萍. 无人机航拍图像目标检测技术研究综述 [J]. 激光与光电子学进展, 2025, 62(10): 71–89.
- [3] 吴一全, 童康. 基于深度学习的无人机航拍图像小目标检测研究进展 [J]. 航空学报, 2025, 46(03): 181–207.
- [4] 陈清秋, 于凤鸣, 赵学文, 等. 无人机航拍技术在测绘工程测量中的应用 [J]. 居业, 2024, (07): 61–63.
- [5] 曾亚琳. 基于深度学习的无人机航拍图像目标检测技术研究 [D]. 山东交通学院, 2024.
- [6] 郝龙飞. 基于深度学习的无人机航拍红外和可见光图像配准技术研究 [D]. 中北大学, 2024.
- [7] 季春红. 无人机航拍的新技术、新理念、新表达 [J]. 中国记者, 2023, (03): 14–17.
- [8] 吴昌松, 彭业萍, 曹广忠, 等. 面向三维重建的无人机航拍路径规划技术研究综述 [J]. 测绘通报, 2022, (08): 98–103+122.
- [9] 蒋田. 基于无人机航拍图像的目标检测与定位 [D]. 东南大学, 2022.
- [10] 张岩. 基于无人机航拍技术的地面施工设备质量远程控制系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(08): 80–84.