**突破黑暗与低像素限制：YOLOv11 在嵌入式平台瞳孔检测中的适应性改进研究**

**引言**

在智能人机交互、生物特征识别与医疗诊断等领域，瞳孔检测是核心技术，广泛应用于疲劳监测、眼动追踪和疾病诊断等场景。随着嵌入式系统发展，将瞳孔检测部署于嵌入式平台以实现便携、低功耗的实时检测成为趋势，拓展了其在可穿戴设备、移动医疗终端等领域的应用。传统上，OpenCV 凭借丰富算法库和跨平台性，在常规条件下的瞳孔检测中表现良好。但在嵌入式平台常见的低像素视频流和黑暗环境中，因图像细节丢失、对比度降低和噪声干扰等问题，其检测性能显著下降，难以满足实际需求。近年来，深度学习在目标检测领域优势明显，YOLO 系列算法备受关注。最新的 YOLOv11 通过架构优化和策略改进，在检测精度与速度上实现突破，为复杂环境下的目标检测提供了新思路。将其应用于嵌入式平台的瞳孔检测，有望解决 OpenCV 的局限性。不过，由于嵌入式设备资源有限，需对 YOLOv11 算法进行针对性改进和优化。

本文聚焦于 YOLOv11 算法在嵌入式平台低像素黑暗环境下的瞳孔检测应用，旨在通过算法改进提升检测准确性与实时性。研究将分析 OpenCV 失效原因，阐述 YOLOv11 算法原理与应用潜力，提出改进方案并验证有效性，最后总结成果并展望未来，以期为嵌入式瞳孔检测技术提供新方案 。