

# 单体显示设备无边框视觉消除方案

基于光学折射与计算视觉的混合架构技术白皮书

核心构思与作者：张烁

联合署名/所属机构：上海魔法少女网络科技有限公司

2026年5月7日

## 【开源与防御性公开声明】

本白皮书及其包含的所有技术方案、算法逻辑与架构设计，由张烁与上海魔法少女网络科技有限公司共同作为现有技术（Prior Art）予以防御性公开。本文档遵循CC BY-SA 4.0（署名-相同方式共享 4.0 国际）协议开放。任何个人或组织均可自由查阅、使用并在遵守协议的前提下进行商业化探索，旨在打破显示设备工业的技术壁垒，防止上述构思被任意第三方进行过度专利垄断。

## 摘要

本技术方案提出了一种低成本、高适用性的单体显示设备“0边框”视觉消除系统。针对现有纯光学无边框方案会导致边缘画面严重畸变的缺陷，本系统采用软硬件协同的混合架构。物理层面引入环状光学折射透镜遮蔽物理边框；计算层面通过GPU或SOC底层实时运行多模态视觉算法，包括逆向畸变映射、全局过扫描（Overscan）、以及基于高斯模糊与运动补偿的边缘像素推演。该方案不仅实现了单体显示设备的1:1无损无边框观感，更为多屏幕无缝拼接阵列提供了底层的帧生成补偿策略。

## 1 技术领域

本方案涉及显示技术与计算机视觉交叉领域，尤其涉及一种通过光学透镜与底层计算图形管线相结合，以消除显示面板物理黑边（Bezel）并实现多屏无缝拼接的方法及系统架构。

## 2 背景技术

在目前的显示设备工业中，受限于液晶面板（LCD/OLED）的封装工艺与背光模组的技术物理限制，屏幕四周必然存在一定宽度的物理黑边。现有的“无边框”概念多为极窄边框。利用棱镜或折射透镜覆盖边框以实现视觉无边框的纯光学方案，若直接应用于单体显示设备，会产生致命缺陷：操作系统的边缘界面（如任务栏）、电视广播的关键字幕或游戏界面的HUD会因光学拉伸发生严重的非线性畸变，导致设备失去基本可用性。

## 3 具体实施方式（单体设备架构）

本系统包含一环状物理光学折射透镜组件，以及运行于图形处理单元（GPU）驱动层或智能电视SOC底层的计算视觉模块。核心视觉补偿算法包含以下两个模块：

### 3.1 逆向畸变映射与全局过扫描 (Overscan)

在图像帧输出至物理显示面板之前，系统对透镜覆盖区域的图像执行逆向几何变换，以抵消光学透镜固有的物理“拉伸”与畸变效应。提供两种自适应映射逻辑：

- **局部高密度压缩映射 (内容无损还原模式)**：针对核心UI、游戏HUD或边缘关键信息区，执行软件层面的“挤压”映射。其压缩率与物理透镜的放大率互为倒数，从而在用户视网膜上实现边缘内容的 1:1 无损还原。
- **全局过扫描与反向扭曲 (沉浸扩展模式)**：适量等比放大全局屏幕显示内容，使边缘画面溢出至透镜覆盖区。针对溢出像素，施加基于透镜表面曲率的**逆向扭曲算法 (Anti-Distortion Matrix)**。光线穿透透镜时恰好“解码”反向畸变，完美解决边缘显示的物理正确性。

### 3.2 边缘高斯模糊扩展 (全屏氛围感构建)

当物理透镜折射范围大于实际有效像素覆盖区时，引入边缘采样渲染机制：截取最外侧有效像素特征，通过镜像映射并施加**高斯模糊 (Gaussian Blur)** 算法，将柔和色彩延伸至透镜极边缘。该机制能彻底隐藏物理边框的绝对边界，产生类似环境氛围灯 (Ambilight) 的沉浸效果。

## 4 拓展应用：多屏拼接与边缘像素推演

在多屏组合 (如双屏并排) 时，往往只需消除相邻拼接处的单边黑边。强制进行全局等比放大 (Overscan) 会导致画面比例失调，而纯物理透镜强行拉伸单边会在接缝处产生严重视觉撕裂。

**基于运动补偿与帧生成的像素推演策略**：针对多屏拼接的非对称边缘需求，本系统借鉴图形管线中成熟的帧生成 (Frame Generation) 与运动补偿 (Motion Compensation) 技术。系统保持原始画面比例不变，通过提取当前帧与历史帧的运动矢量 (Motion Vectors) 及边缘像素特征，实时推演并**额外渲染**出一小部分逻辑合理的延伸像素。由算法动态补充的像素经单边透镜折射后，精确覆盖物理边缝。此策略在极低性能开销下，实现了视觉上近乎无缝的连续巨幕阵列。

## 5 附图与原理解析

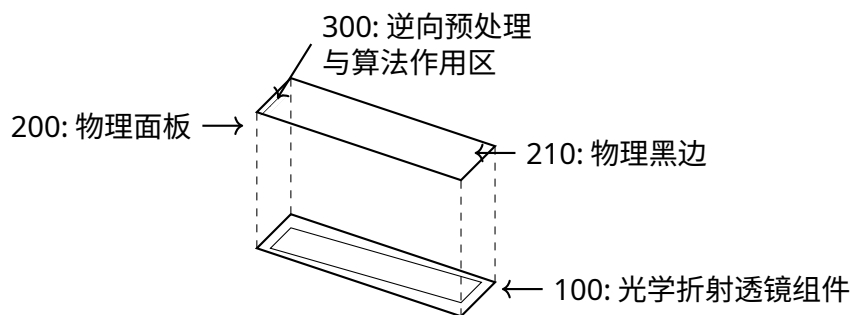


图 1: 软硬结合系统三维结构爆炸示意图



图 2: 多模态计算视觉渲染管线流程图

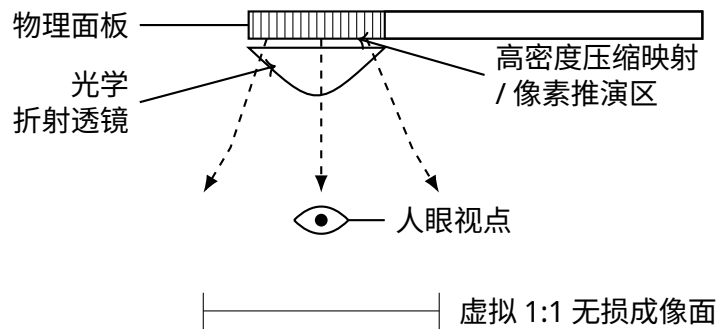


图 3: 视觉拉伸与算法抵消的光学截面原理图