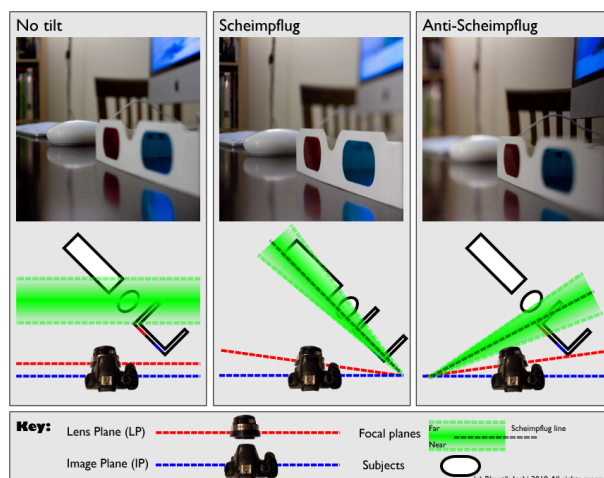
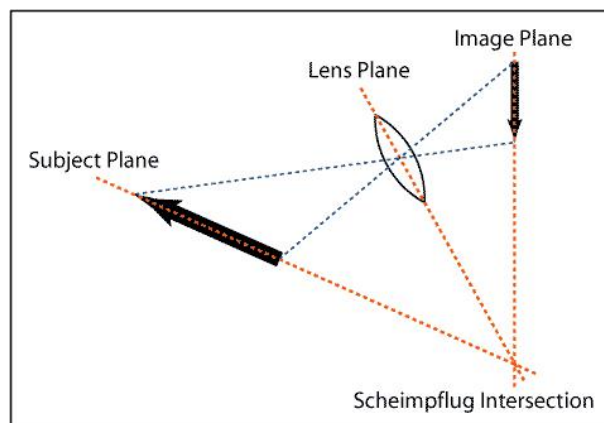


传统光学轴移技术

轴移摄影并非一项全新的技术，它在传统胶片单反和现代专业级数码单反/无反相机领域中已经非常成熟。其核心实现方式是通过一个结构特殊的轴移镜头。

工作原理：普通镜头的焦平面与相机传感器是平行的。而轴移镜头通过机械结构，允许镜头的光轴相对于传感器进行平移和倾斜。

- 平移：主要用于校正透视。例如，在建筑摄影中，通过向上平移镜头，可以在保持相机水平的情况下，将高楼顶部纳入画面，避免产生“下大上小”的汇聚变形效应。
- 倾斜：主要用于控制景深。根据沙姆定律，通过倾斜镜头，可以使一个不与传感器平行的平面清晰对焦，从而在拍摄倾斜物体时获得更大的景深，或在特定场景下创造独特的浅景深效果。



局限性：

- 成本高昂：专用的轴移镜头价格非常昂贵，通常是普通镜头的数倍。
- 灵活性差：每个轴移镜头都有固定的焦距，用户需要更换镜头来改变视角。
- 操作复杂：需要摄影师具备专业知识和经验，通过手动精细调整来达到理想效果。
- 仅限于专业相机：难以集成到手机、监控摄像头、无人机等体积受限的现代智能设备中。

数字透视校正技术

随着计算摄影的发展，软件校正成为了解决透视问题的一种流行方案。这项技术广泛应用于智能手机和图像处理软件中

工作原理：该方法通常在后期处理阶段进行。通过图像处理算法（如透视变换、Homography 矩阵变换）对已经拍摄好的存在透视变形的图像进行“拉伸”和“变形”，强制将倾斜的线条拉直，以模拟相机正对拍摄对象的效果。

代表性应用：Adobe Photoshop、Lightroom 等软件的“透视校正”工具，以及众多手机拍照 App 中的“几何校正”功能。

局限性：

- 图像质量损失：这是一种有损校正。为了拉直线条，算法必须对图像进行非均匀的拉伸和裁剪，导致边缘部分的像素被严重插值，损失分辨率，并常常需要裁剪画面，牺牲构图。
- 无法解决景深问题：数字校正只能处理几何形状，无法改变拍摄时的物理景深。对于倾斜焦平面带来的景深控制，数字方法无能为力。
- 被动处理：它是对结果进行修补，而非在拍摄过程中主动控制光学信息

计算摄影与多摄像头系统

近年来，智能手机上的计算摄影技术为实现轴移效果提供了新的思路。特别是基于多摄像头系统的技术，如苹果 iPhone 的“人像模式”和谷歌 Pixel 的“背景虚化”。

相关技术：

- 立体视觉与深度图：利用两个或多个摄像头从不同视角拍摄，通过立体匹配算法计算场景的深度信息，生成深度图。
- 合成孔径：通过移动单个摄像头或在阵列摄像头中选择不同位置的摄像头，模拟大光圈或改变对焦平面的效果。

研究空白与我们的机遇

关联性与启示：这些技术证明了通过计算而非纯光学的方式，可以实现原本需要复杂光学结构才能达到的效果（如浅景深）。这为我们项目提供了关键启示：能否利用一个可移动的摄像头，通过精确控制其位置并结合计算摄影算法，来模拟光学轴移的平移和倾斜效果？

我们的项目旨在填补这一空白，探索第三条路径：通过“机械控制 + 计算摄影”的混合方案。即，通过一个物理上可以被精密控制平移和倾斜的单个摄像头模块，在拍摄时主动采集多帧带有视差和不同焦平面的原始图像，然后通过先进的图像融合与重建算法，合成出具有校正透视、控制景深等轴移效果的高质量图像。这种方法有望在保持灵活性和较低成本的同时，提供超越纯软件方法的图像质量，为智慧视觉系统提供一种全新的视觉信息采集能力。