

# 应用实验 D 光场相机成像实验

## 一、实验目的

本实验旨在通过使用光场相机拍摄图像并进行数字重聚焦的方法，展示光场相机的工作原理，并介绍数字重聚焦的基本概念和实现方法。

## 二、基本原理

光场相机是一种基于光学原理和计算机技术的新型相机，它采用了一种特殊的镜头设计，可以在单次拍摄中捕获物体的光场信息。其工作原理可以简要概括如下：

1. 捕获光场信息：光场相机通过一个特殊的镜头系统捕获物体的光场信息。这个镜头系统由一个主透镜和一个微透镜阵列组成。微透镜阵列将不同的光线聚焦到不同的位置上，形成一张二维的光场图。这个光场图包含了从不同方向和位置入射的光线信息，可以用于后续的数字处理。
2. 存储光场信息：光场相机将捕获到的光场信息存储在一个特殊的光场传感器中。这个光场传感器由许多微透镜组成，每个微透镜都可以捕获一个微小的光场图。通过组合这些微小的光场图，就可以得到一个完整的光场图像。
3. 数字处理：一旦光场图像被捕获，光场相机的软件就可以对其进行数字处理。通过对光场图像进行重新聚焦及深度估计，可以得到一组具有不同焦点和景深的图像，并进行深度图（Depth Map）的生成。这些图像可以用于后续的后处理和分析。

光场相机通过捕获物体的光场信息和数字处理技术，可以实现对物体的精确聚焦和景深控制，从而扩展了传统相机的功能和应用领域。

## 三、实验器材

- 光场相机及固定架
- 笔记本电脑
  - 自备，可多位同学共用，Windows 系统
  - 提前安装 MATLAB 计算软件
  - 提前安装相机驱动软件（链接：<https://cloud.tsinghua.edu.cn/d/90eaa5d9eeb1461c9099/>）
- 实验场地：中央主楼 3 层脑与认知科学研究院内 311A 会议室（中央主楼西侧电梯口三层进入）

## 四、实验步骤

(必做)

1. 将光场相机安装在固定架上，安装镜头，并将其用数据线连接到电脑上。

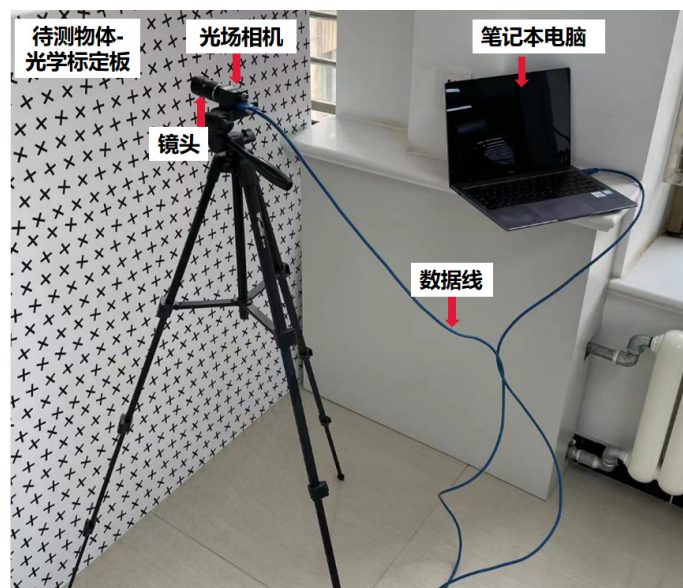


图 1 实验场景示意图

2. 打开相机驱动软件“LBAS CAPTURE.exe”。

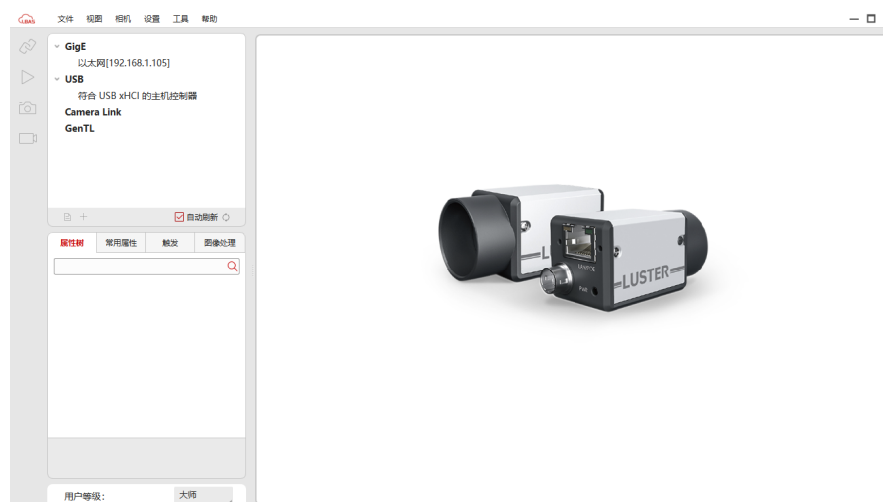


图 2 相机驱动软件打开结果

3. 确定需要拍摄的物体，确保物体有足够的光照。
4. 打开光场相机，对物体进行对焦和构图。
5. 按下快门，拍摄一张光场图像。
6. 分析光场图像的特点。
7. 尝试使用不同拍摄角度和拍摄物体，观察它们对光场图像的影响。
8. 将拍摄的光场图像进行重聚焦处理（阅读资料：<https://hal.science/hal-02551481/>）。

9. 调整数字重聚焦的参数(例如焦点位置和深度范围)以优化图像质量。

10. 保存数字重聚焦后的图像并分析。

(以下为**选做**，课后完成)

11. 对光场图像做深度估计 (阅读文献 [J. Chen, J. Hou, Y. Ni, and L.-P. Chau, Accurate light field depth estimation with superpixel regularization over partially occluded regions. IEEE Transactions on Image Processing.](#))。参考所提供的相关 MATLAB 代码程序及光场原始数据 (<https://cloud.tsinghua.edu.cn/f/5e575f2181a64577b903/?dl=1>)，对其中的参数进行调整，复现文献的主要结果，并分析参数的作用。

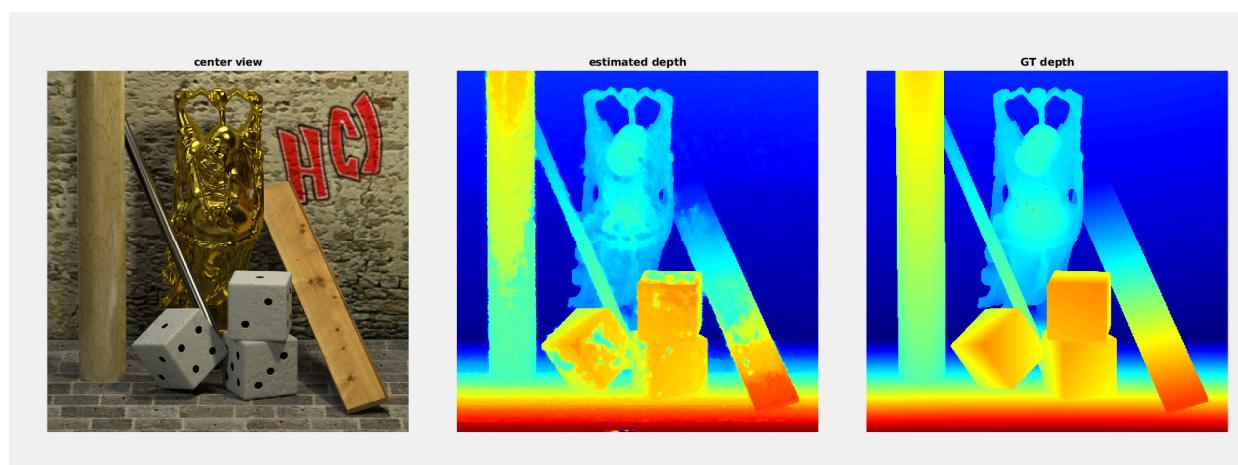


图3 参考程序输出

12. 调整深度估计的参数，保存深度图像，并进行分析。参考上述论文 Table 1 对性能指标 Percentage of disparity estimation error 进行评估和分析。

## 五、实验注意事项

1. 实验过程中全程需要带手套，防止静电。
2. 在拍摄光场图像时，应确保相机与物体之间的距离适当，以避免图像模糊或失焦。
3. 在进行数字重聚焦操作时，应选择适当的区域并调整参数以实现最佳效果。

## 六、实验报告说明

1. 阐述光场相机的原理。
2. 总结光场成像的优势与不足。
3. 附上拍摄得到的多组光场图像，并分析空间信息与角度信息在其中的耦合关系。
4. 数字重聚焦原理与实验结果。
5. 深度估计的原理与实验结果。
6. 对光场相机提供改进建议。