



清华大学
Tsinghua University

基于多角度单光源图像的人脸三维重建与渲染

——2020-2021学年度秋季学期《视听信息系统导论》第一次大作业

于诚

2020年10月9日



- 渲染过程:

表面反射性质+表面法向量+光照+观察角度→渲染图像

- 反向推理:

渲染图像+光照+观察角度→表面反射性质+表面法向量

表面法向量→表面深度信息

- 任务简化:

- 光照: 给定入射角度的单一恒定强度光源;
- 观察角度: 正向观察角度



任务描述

- 输入：
 - 多角度单一恒定强度光源的人脸图像（训练数据）
 - 光线入射角度（训练数据+测试数据）
- 输出：
 - 人脸深度图像
 - 测试数据的渲染结果





基于完全漫反射的可行思路示例

- 优化变量：图像每一点深度 $z(x, y)$ ，漫反射系数 $k_d(x, y)$
- 法向量与漫反射系数乘积：

$$\mathbf{b}(x, y) = k_d(x, y) \frac{(z_x(x, y), z_y(x, y), -1)}{\sqrt{z_x^2(x, y) + z_y^2(x, y) + 1}}$$

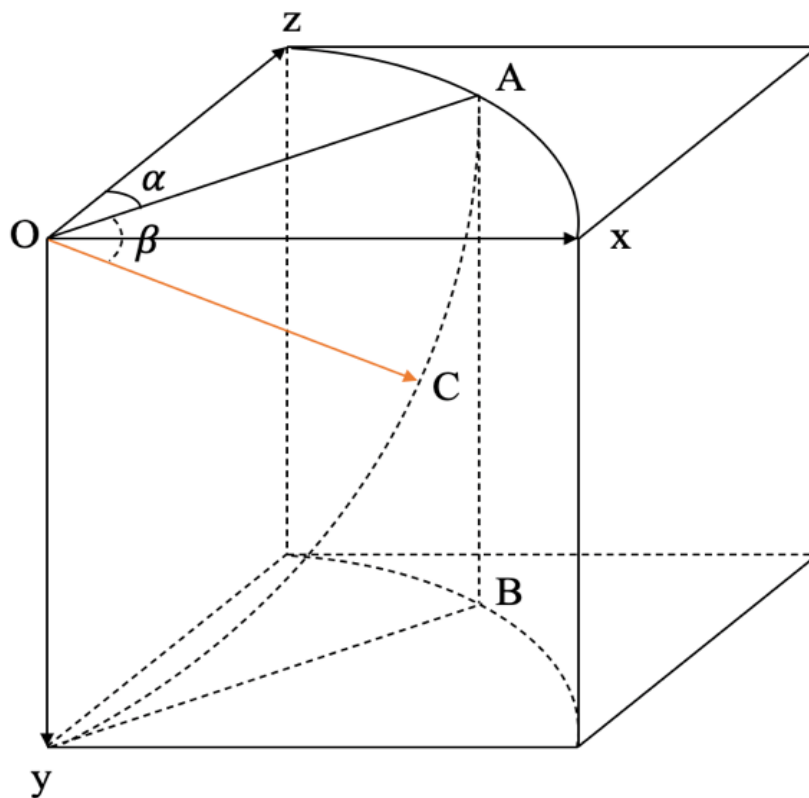
- 渲染结果：

$$m(x, y) = \max(\mathbf{b}^T(x, y)\mathbf{s}, 0)$$

- 可通过最小二乘等方法进行优化
- 优点：原理清晰、方法相对简洁
- 缺点：完全漫反射模型无法考虑高光和阴影等情况



- 数据位于dataset文件夹中，包括公开的dataset_offline和非公开的dataset_online，各包含3个正面角度人脸，每个人脸对应文件夹内容如下：
 - train文件夹，包含7张人脸在不同角度单光源照射下的.bmp格式图像，图像大小为168*168；
 - train.txt，包含训练图像的名称和入射光线角度，每行对应一张训练图像，共7行。每行格式为“名称，入射光线方向方位角 α ，入射光线方向俯仰角 β ”，例如，“1，+020，+30”，代表图像名称为1.bmp，入射光线朝向的方位角为z轴正向起始朝x轴正向旋转20度，俯仰角为y轴正向30度；
 - test.txt，包含测试图像的名称和光线角度，每行对应一张测试图像，共10行。每行格式同train.txt。
- 另外，本次大作业提供一份简短的样例代码用于定义接口，以及待补全的算法核心代码。



方位角与俯仰角示意，此时 OC 为入射光线方向向量。



- 设计分组与提交日期
- 本课程设计以小组为单位进行，自由分组，每小组成员不超过3人。
- 每小组应独立完成课程设计。
- 每个小组应当仅由1名小组成员在2020年11月6日24时前通过网络学堂提交课程设计文件。



- 设计报告
- 撰写设计报告，篇幅不超过4页（A4纸），应至少包含如下内容：
 - 课程设计团队成员及分工情况。小组成员评分可能因分工及工作量产生一定差异。
 - 提交文件清单。
 - 工作开展与完成情况（原理、实现、性能分析、问题不足）。



- 提交清单
- 需提交命名为“提交同学学号_提交同学姓名.rar/zip”的压缩文件。压缩文件应当至少包括如下内容：
 - 设计报告（.pdf/docx/doc）。
 - 补全的三维重建及渲染函数rendering.m/py。
 - dataset_offline中每一个人脸的深度信息（保存于人脸文件夹内，命名为z.mat/npz）和全部测试数据的渲染结果图像（保存于人脸文件夹内，命名为i.bmp，i与test.txt中的图像序号一一对应），具体格式可以参考demo.m/py。
 - 其他代码文件和依赖库文件。



- 评定方法（满分100分，占期末总评15%）
 - 1)设计报告及测试代码（85分）
 - 符合2.1的要求。
 - 提交的代码应能对dataset_offline数据集中的3组人脸数据正确运行。
 - 对3组人脸数据的测试结果应与报告中的结果一致。
 - 估计的深度结果和渲染结果应在视觉上符合真实情况。
 - 渲染结果应尽可能接近真实的拍摄结果，在评判过程中会综合使用几种度量手段（如范数距离、余弦距离等）若代码无法正确运行则以报告中结果为测试结果。
 - 2)线上数据集的测试结果（15分）

助教使用提交的代码对dataset_online中3组未提供的人脸数据进行测试，每组数据5分，共计15分，根据测试结果与真实值的接近程度评分。代码无法运行则不得分。



- 评定方法补充说明
- 若代码无法运行或代码运行结果与测试结果不一致，将酌情扣除结果分；若代码无法运行，则以报告中结果为测试结果。
- 如有设计文件延期提交，设计报告、程序实现中存在抄袭行为等，将根据情节程度，扣除课程设计的部分或全部分数。



清华大学
Tsinghua University

谢谢！

于诚
2020年10月9日