

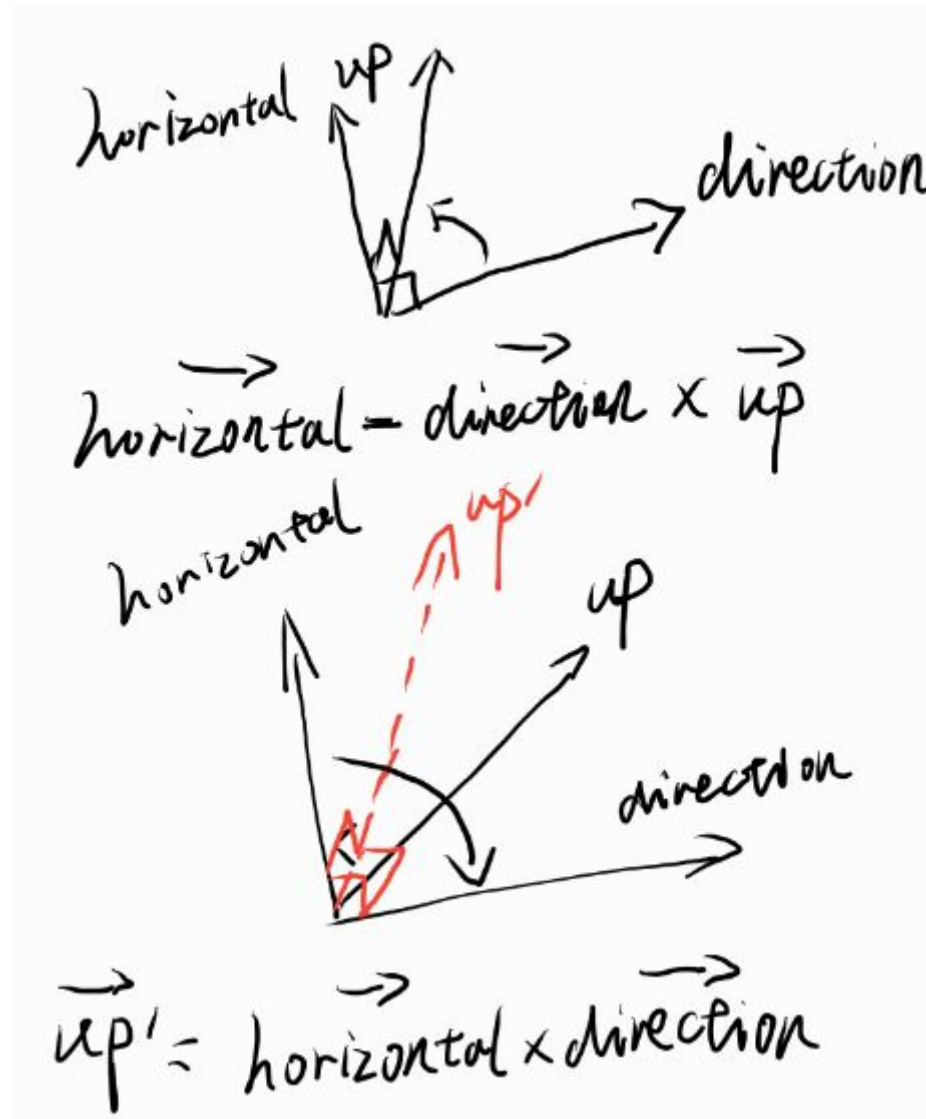
# 光线跟踪 1

## ● 简述

本次作业的主要内容是完成平行光线的跟踪，并且根据输入的数据生成简单的平面图片和带有简单立体效果的深度图片。

## ● 正交相机的构建

相机对象在构建的时候会传入坐标的零点，投射平行光的方向向量，和一个向上方向的基向量，我们观察试验数据可以看到给出的向量并不一定是单位向量，且平行光的方向向量和基向量并不一定是垂直的，需要进行一定的处理，处理的过程如下：



在进行变化的时候，需要用右手定则确定向量叉积的方向。按照上面的方式完成变化后，我们再将上述向量进行单位化即可。

由于在生成光线的时候，射出点的横纵坐标的范围都是从-1 到 1 的，所以在使用相机类中的 `generateRay` 函数生成光线的时候，我们需要对输入点进行如下变换：

$$\overrightarrow{origin} = \overrightarrow{center} + \overrightarrow{horizontal} * x * size * \frac{1}{2} + \overrightarrow{up} * y * size * \frac{1}{2}$$

这样就将输入点的左边变换成了世界坐标，在求光线物体交点的时候就能方便运算了。

## ● 球体类构建

这个类中我们主要需要实现的就是 `intersect` 函数，通过输入的光线信息来判断光线与本物体是否存在交点，存在则更新相应的 `Hit` 类中的信息。首先我们知道光线和球体的方程：

$$\begin{cases} R(t) = \overrightarrow{origin} + t * \overrightarrow{direction} \\ \|\vec{x} - \overrightarrow{center}\| = radius \end{cases}$$

联立方程组，可以得到下列二元一次方程（为便于排版其中向量均取首字母）：

$$\vec{d} \cdot \vec{d} t^2 + 2 * \vec{d} \cdot (\vec{o} - \vec{c}) t + \|\vec{o} - \vec{c}\|^2 - r^2 = 0$$

解出上述方程得到 `t`，只要 `t` 值大于 `tmin` 并且小于当前 `Hit` 中的 `t` 值，即是否是当前距离镜头最近的交点，就更新 `Hit` 对象。

这样，程序运行的时候，得到 `Group` 对象后，对于镜头发出的每一道光线，只要调用 `Group` 里的每一个 `Object` 的求交算法即可。

## ● 图像生成

对于每一个输入数据，我们需要生成两张图片，对于仅包含轮廓信息的图片，我们一开始就设置其背景为输入的 `background`，对于深度图则将背景设为黑色（RGB 值均为 0%）。根据输入的分辨率（图片大小），我们将图片坐标（从(0,0)到(width,high)）转化为横纵坐标从-1 到 1 的输入坐标，这个转化只需要做简单的平移伸缩变换即可：

$$\overrightarrow{point}' = \overrightarrow{point} * \frac{2}{resolution} - (1.0, 1.0)$$

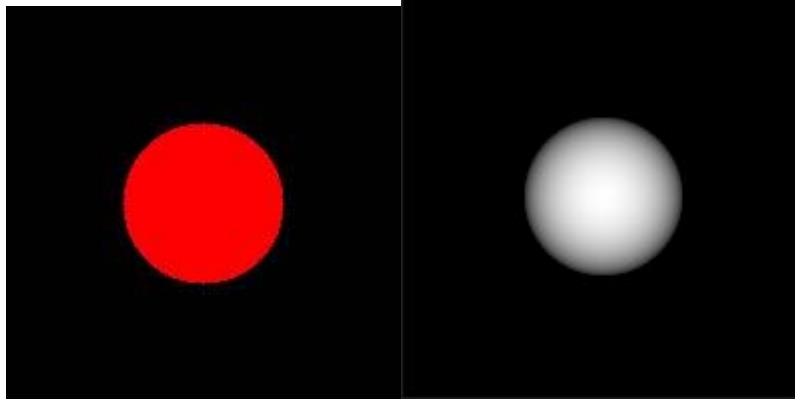
如果有交点，对于轮廓图我们只需要在相应的图片坐标的位置填充上输入的材质的颜色即可；而对于深度图，我们根据输入的深度值的范围，以及交点对应的 `t` 值，进行下列比值的运算：

$$\alpha = \frac{depth_{max} - t}{depth_{max} - depth_{min}}$$

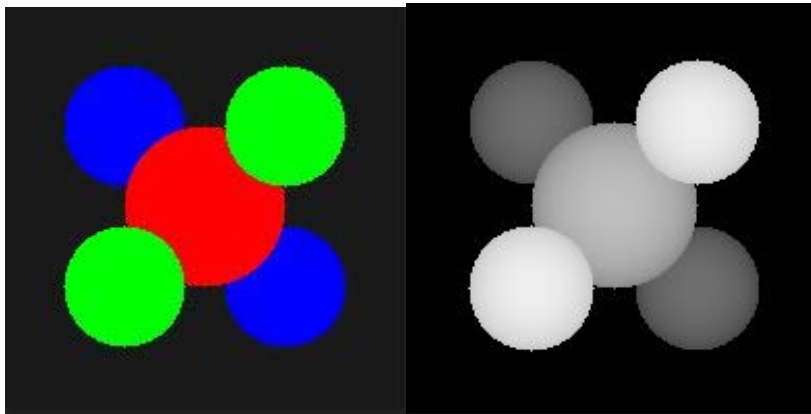
然后将对应图片坐标位置的 RGB 值使用 100% 的方式设置为（`α`, `α`, `α`）即可。

## ● 试验结果

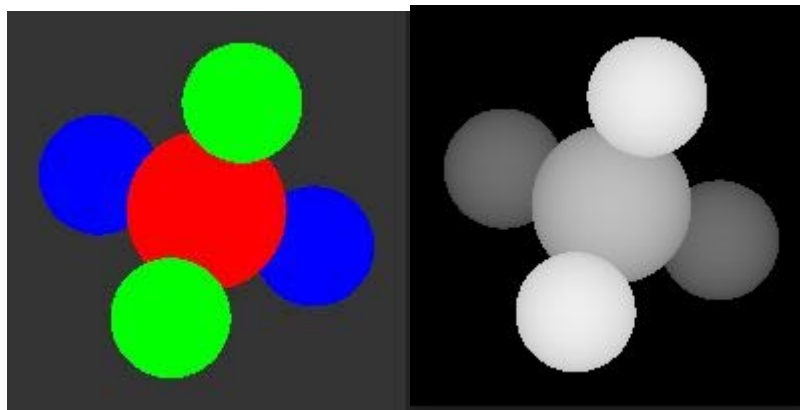
```
-input scenel_01.txt -size 200 200 -output output1_01.tga -depth 9 10  
depth1_01.tga
```



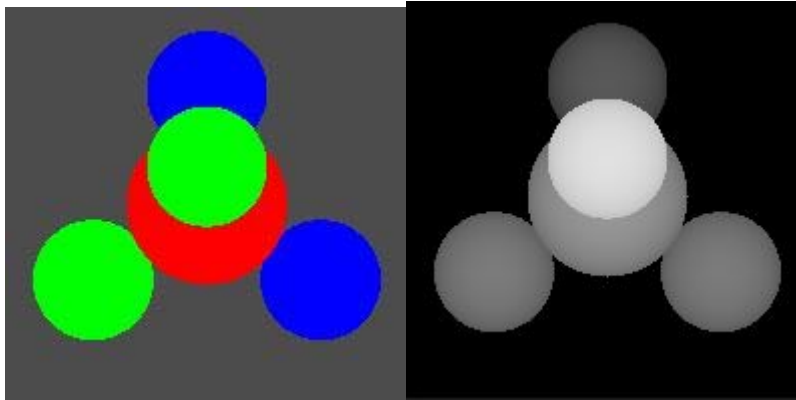
```
-input scenel_02.txt -size 200 200 -output output1_02.tga -depth 8 12  
depth1_02.tga
```



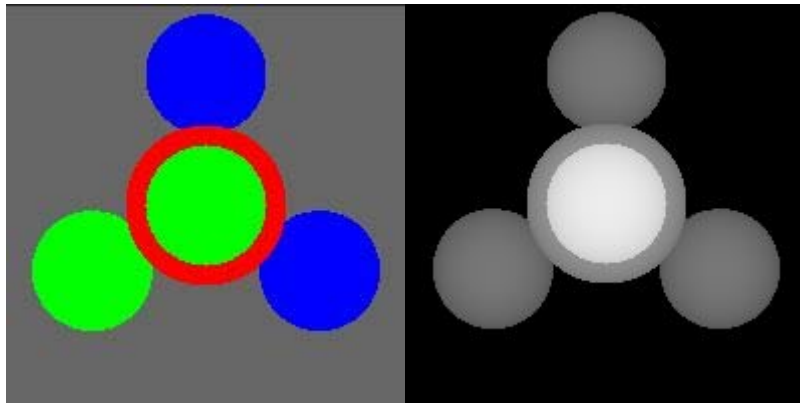
```
-input scenel_03.txt -size 200 200 -output output1_03.tga -depth 8 12  
depth1_03.tga
```



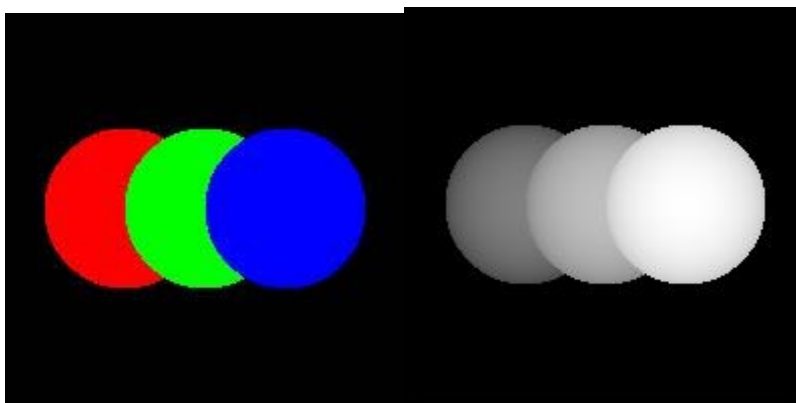
```
-input scenel_04.txt -size 200 200 -output output1_04.tga -depth 12 17  
depth1_04.tga
```



```
-input scenel_05.txt -size 200 200 -output output1_05.tga -depth 14.5 19.5  
depth1_05.tga
```



```
-input scenel_06.txt -size 200 200 -output output1_06.tga -depth 3 7  
depth1_06.tga
```



```
-input scenel_07.txt -size 200 200 -output output1_07.tga -depth -2 2  
depth1_07.tga
```

