

实验 1: 三个小球的简单光线追踪

2021 年 10 月 10 号晚 10 点之前提交最终实验报告

任务

通过简单的 ray-tracing 来实现对三种不同材质球体的渲染

1. 实验简介

本实验旨在通过实现一个简单的光线追踪算法，让同学们对渲染有个初步理解。同学们需要利用学过的微积分知识与高中物理知识，理解不同光线在不同材质上的作用方式（即光线在物体表面的吸收，反射和折射等等现象），并且可以用程序实现出来。

本次实验是通过软件模拟光线的作用方式，所以不需要使用 opengl 库。

2. 实验内容

1. **环境配置**：本实验需要同学们提前在 Linux 设备中安装好 cmake 与一个现代化的 C++ 编译环境。
2. **编译命令**：请在命令行打开该目录后输入

```
1 mkdir build
2 cd build
3 cmake ..
```

如果您使用的是 Mac/Linux 系统，接下来使用 `make` 命令即可

如果使用的是 Windows 系统（请确保使用的是 x86），则上述的 `cmake..` 命令将会在 `build/` 文件夹中生成一个 `.sln` 文件，接下来您讲可以使用 Visual Studio 等 IDE 打开并编辑。（**请注意将生成的 .exe 文件移动到 build/ 目录下，确保输入的 mesh 可以正常加载**）

配置好之后，同学们可以在命令行中 `build/` 目录下执行下面命令来执行

```
1 ./ (item name)
```

3. 任务要求：

3.1 必作题目：本次实验要求实现三种不同的材质的光线追踪算法：漫反射材质、金属材质、玻璃材质。

漫反射材质：漫反射材质不仅仅接受其周围环境的光线，还会在散射时使光线变成自己本身的颜色。光线射入漫反射材质后，其反射方向是随机的。表面越暗，吸收就越有可能发生。我们可以使用任意的算法生成随机的反射方向，就能让其看上去像一个粗糙不平的漫反射材质。比如 lambertian 反射器。

金属材质：金属材质带有光泽，介于漫反射材质和镜面材质中间，随机的反射并不太适用于金属材质。我们需要找到能够在视觉上表示出金属材质的某种规律。

玻璃材质 玻璃材质有时也称为透明材质，这种实现不能通过仅仅考虑反射来实现，需要引入对折射光线角度和能量的变化来体现。

本次实验需要按照要求对下列 material.cpp 文件中的函数进行进行补全

```
1  Vec3 random_in_unit_sphere() {
2      // 随机在单位球上采样光线
3  }
4
5  Vec3 random_sample_hemisphere(const Vec3 &normal) {
6      // 随机在单位半球上采样光线
7  }
8
9  Vec3 reflect(
10     Vec3 &v /* 输入光线方向 */
11     ,Vec3 &n /* 物体表面处的法线 */) {
12     //返回反射光线的位置
13 }
14
15 Vec3 refract(Vec3 &v, Vec3 &n, float ior) {
16     /**
17     * 输入：
18     * v: 输入光线方向
19     * n: 物体表面处的法线
20     * ior: 物体的折射率
21     *
22     * 输出：
23     * 返回一个折射后的光线
24     *
25     * */
26 }
27
28 bool Material::scatter(const Ray &r, hit_record &rec, Ray &scattered,
29                        Vec3 &attenu) {
30     /**
31     * 输入：
32     * r: 光线的方向
33     * rec: 光线与物体相交的点的信息
34     *
35     * 输出：
36     * scattered: 光线与物体作用之后的反射方向
37     * attenu: 能量衰减
38     *
39     * 返回值：
40     * bool: 表示计算出来的散射光线是否合法，
```

```

41      *
42      * */
43      switch (type) {
44      case Diffuse: {
45          // 漫反射材质代码
46          return ture;
47          break;
48      }
49
50      case Metal: {
51          //金属材质代码
52          return ture;
53          break;
54      }
55
56      case Dielectric: {
57          //玻璃材质代码
58          return true;
59          break;
60      }
61      }
62  }

```

在 main.cpp 中补全 ray_color() 函数，伪代码如下：

```

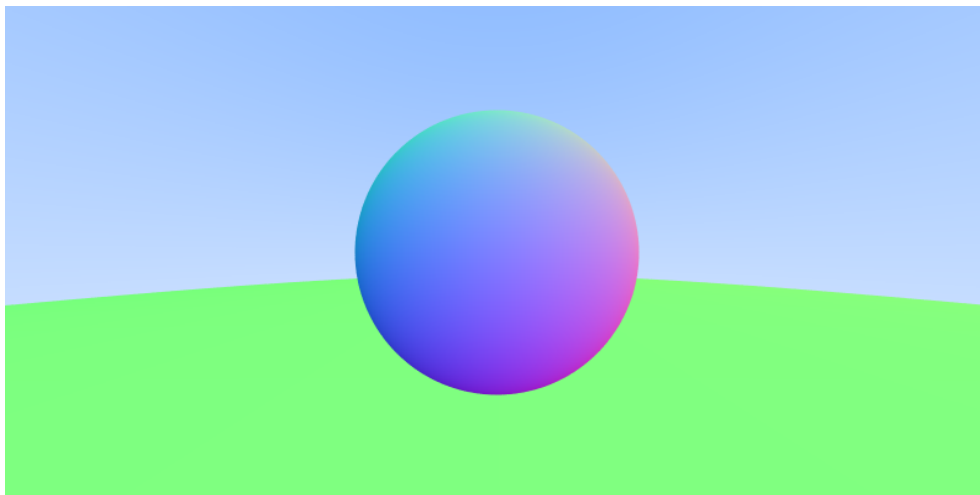
1  ray_color(ray, world, depth){
2      if 光线弹射次数到达指定值：
3          return Vec3(0);
4
5      if 光线和物体相交：
6          求出交点，并且光线在交点处发生散射，求出散射光线 scatted和衰减因子 attenu。
7          if 散射光线有效：
8              return attenu * ray_color(scatted, world, depth-1);
9      else
10         return 背景颜色
11  }

```

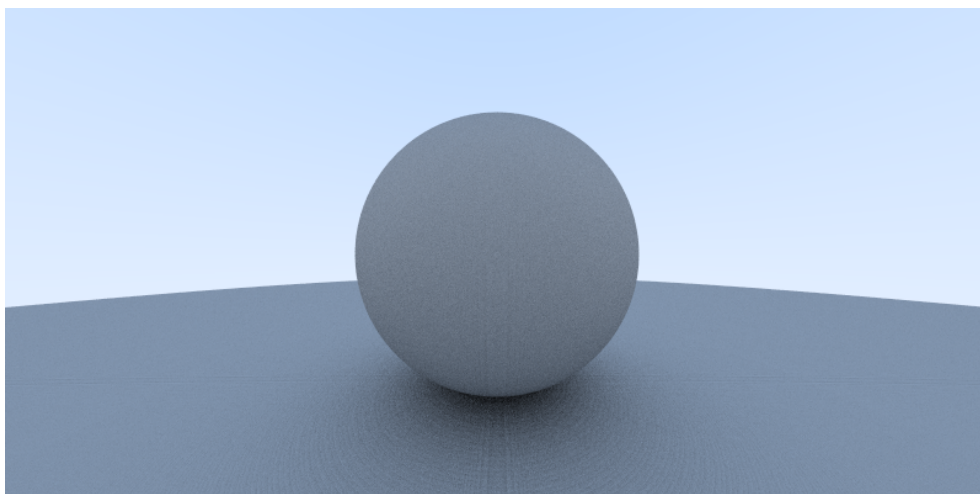
3.2 选做题目：修改为多线程，以提高在多核计算机上的运行速度，可以使用已有的多线程库，注意数据依赖。修改文件为 main.cpp。

3. Reference

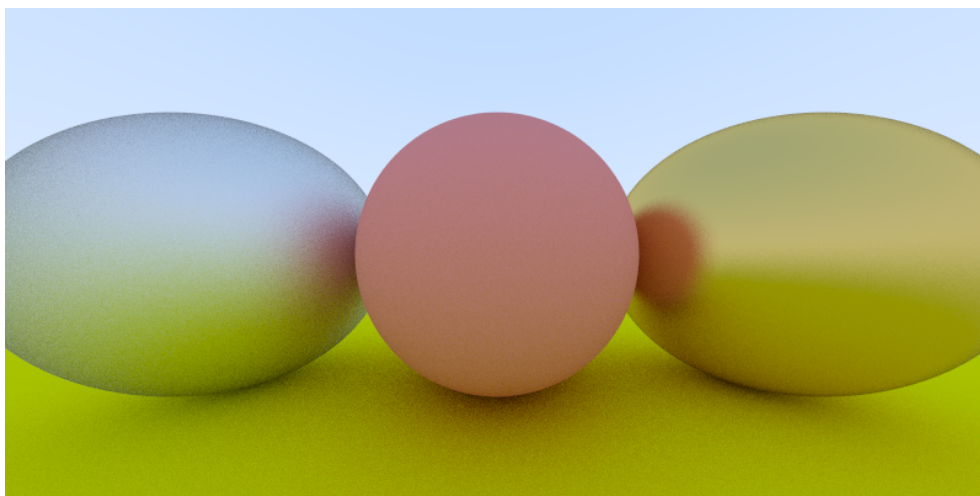
1. 初始代码框架正常运行后显示的图片



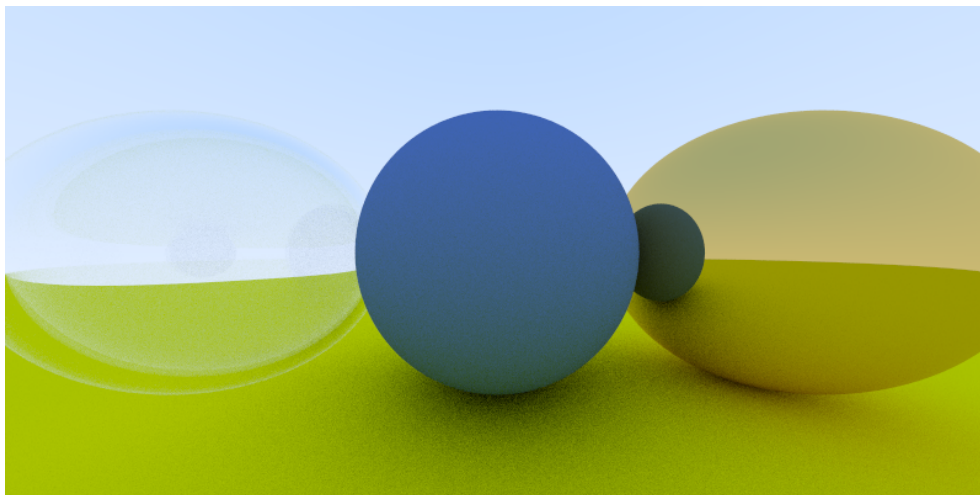
2. 实现漫反射材质后的预计图片 (参数设置请参考文档链接, 下同)



3. 实现金属材质后的预计图片



4. 实现透明材质后的预计图片



上述小球和材质的参数可以从这个文档中 [Important Reference](#) 找到。

4. 提交要求

1. 补全代码并且要求能够正常运行，将运行结果保存为 png 格式
2. **请将所有代码以及运行结果全部打包**，且书写实验报告，将代码与实验报告打包压缩为.zip/.rar 格式并提交。
3. 实验报告中的内容包括但不限于**1. 实验环境/2. 带有注释的代码/3. 心得体会**，**需要包括每一种材质的详细说明和必要的数学公式以及实验结果**
4. 我们建议您使用 *LaTeX* 来完成作业。但是如果您对此不熟悉，那么您也可以使用 *Markdown* 来编写 (这里是一个非常轻量且高效的软件，称为**Typora**)。实际上，我们不太推荐 *Word*，但是用 *Word* 完成作业是可以的，但是记住提交作业的格式是“**PDF**”，而不是“.md”或“.docx”
5. 本实验评分标准为：通过必做实验验收得 5 分，通过选做实验验收加 2 分，实验报告 10 分，最多得 15 分。
6. 如果对于该实验有任何疑问，欢迎联系邮箱: 3426377882@qq.com