《考试大作业》作业报告

徐培公522031910399

## 叙述为实现作业内容进行的具体工作，描述解决作业问题所采用的技术方案

### 基于作业1的室内场景（去除黑板，墙面可设置颜色或贴纹理），在天花板中央放置一个具有一定厚度的白色面光源（10分）

#### 光源设置正确6分，包括光源位置、面光源采样及采样亮度计算各2分

通过调整model参数，将光源放置在天花板中央。

面光源采样为10\*10矩形网格均匀采样总计100个发光点，叠加为面光源。

#### 光源绘制显示正确4分，包括面光源发光面绘制2分、厚度面的绘制2分

shaders/arealightcube.vs.glsl和shaders/arealightcube.fs.glsl分别为光源发光面的顶点着色器和片段着色器。向片段着色器中传入参数lightColor为光源的颜色。片段着色器中对传入的光源颜色需要进行增强100倍，呈现出100个点光源叠加的亮度。

shaders/arealighting.vs.glsl和shaders/arealighting.fs.glsl分别为墙面、厚度面以及下述管道模型的顶点着色器和片段着色器。

### 采用扫描曲面表示，绘制一个截面渐变的管道模型，起始端截面为矩形，中部为椭圆形，终端截面为圆形（尺寸参数可自行设置），扫描曲面的路径曲线（图1中的轴线为一条直线）可设置为一条bezier曲线。均匀采样并计算扫描曲面上的顶点位置及其法矢量，并组装成三角面片进行绘制（40分）

#### 建模并绘制关键位置截面线（3-5分）

建3个std::vector<float>来存储三个关键截面上的点的信息。每个截面均匀分成256段以采样。矩形截面可以每边若干等分，椭圆和圆截面可以按照角度生成若干个采样点。生成的截面垂直于x轴。

#### 建模并绘制扫描路径bezier曲线（3-5分）

取4个控制点，利用以下三次贝塞尔曲线公式，生成一个贝塞尔曲线。

生成的曲线取256个采样点。待下述256个插值截面生成以后，将每个截面上的每个点加上这个贝塞尔曲线上对应的点，即可将管道的轴线偏移到该贝塞尔曲线上。

#### 均匀采样并插值计算扫描面顶点（6-10分）

根据三个截面对应采样点，每相对应的三个采样点为一组。对于每组的两个采样点，再加上一个额外的点，利用以下二次贝塞尔曲线公式，生成新的插值截面上的点。

由于贝塞尔曲线经过首尾两个控制点，并且与首尾两个控制点与首尾第二个控制点形成的两条边分别相切，因此可以取上述每组三个采样点的中间点的y轴和z轴坐标，并取前两个点和后两个点的x轴坐标的均值分别为新的x轴坐标，生成两个新的控制点。以此生成两个贝塞尔曲线。x轴从第一个关键界面到第三个关键截面之间，生成256组截面。

上述方法生成的插值界面非常完美地实现了截面平滑变换，并且贝塞尔曲线保证了在关键截面交接处也是二次平滑的。

对于每个相邻的两个截面，遍历每个采样点，对于相邻的采样点，可以组成三角面片。

#### 正确计算顶点法矢量（6-10分）

对于每个三角面片，取其中的两条边，使用glm::cross做外积，即可得到每个三角面片法矢量。

#### 为顶点数据分配内存（6-10分）

将每个顶点与法矢量加入顶点缓冲数组，并记录顶点索引数组，即可顺序绘制。

### Shader实现多点光源的Cook-Torrance BRDF光照计算，实现扫描曲面的绘制（40分）

#### 课程中介绍的代入DGF分布的Cook-Torrance BRDF模型实现（5-10分）

渲染方程：

辐射率方程：

反射率方程：

Cook-Torrance BRDF模型：

Lambertian漫反射：

Cook-Torrance BRDF的镜面反射部分：

法线分布函数Trowbridge-Reitz GGX：

几何函数Schlick-GGX：

菲涅尔方程Fresnel-Schlick近似：

Cook-Torrance反射率方程：

#### 面光源及环境光照采样及光照效果叠加（5-10分）

面光源即上述点光源阵中所有点光源的叠加。每个点光源按照上述Cook-Torrance BRDF模型来实现。最终再叠加一个环境光照即可实现光效叠加效果。

#### 调试并设置不同的参数组合（不少于3组），通过键盘交互切换不同的材质效果，或者通过GUI调参获得不同材质效果（9-20分）

**反照率albedo**：反照率是一种材质的固有颜色，定义了表面在没有光照影响时的基底颜色。它不包含任何光影效果。对于漫反射材质，Albedo 定义表面反射的颜色。对于金属材质，Albedo 定义金属的基底颜色（通常为黑色）。决定了材质表面的颜色和反射强度。

**法线normal**：法线贴图（Normal Map）是用来微调表面法线方向的贴图，用于模拟细节的凹凸效果，而无需增加几何体的多边形数量。以 RGB 的形式存储法线的方向信息。通过改变法线方向影响光线的反射和折射，产生表面细节（如划痕、凹凸等）。让材质看起来更加真实，表现出微小的细节。

**金属度metallic**：金属度表示材质表面的金属属性，是一个标量值（介于 0 和 1 之间）。0表示非金属（如塑料、木材）。1表示金属（如铜、铁）。在实际场景中，金属的 Albedo 通常定义为材质的金属色，而非金属则具有漫反射特性。控制表面是否表现为金属特性，从而影响表面的反射特性。

**粗糙度roughness**：粗糙度决定了材质表面的粗糙程度，影响光线反射的扩散程度。0表示表面完全光滑，反射为镜面反射（如镜子）。1表示表面非常粗糙，反射为漫反射（如磨砂玻璃）。影响光的散射和高光的扩散程度，决定材质的模糊性。

**环境光遮蔽ao**：环境光遮蔽描述了表面因为遮挡而不能完全受到环境光照射的区域。模拟小尺度阴影效果，例如缝隙、凹陷等区域较暗。是一个比例值（通常是 0 到 1 的范围）。主要用于增强视觉效果，而不是基于物理准确性的计算。叠加到光照计算中，增加材质的阴影细节，使其看起来更加真实。

**镜面反射系数specular**：在上述五个Cook-Torrance BRDF模型的基本参数上，增加了一个镜面反射系数specular，来增加对镜面反射光照强度的控制。可以与粗糙度一起调节，查看镜面反射的效果。

## 程序使用说明

wasd键控制摄像机移动，鼠标控制摄像机方向，滚轮控制摄像机画面远近。

主键盘数字键选择管道材质参数，[和]控制选定参数的缩小和增大。

其中1为管道金属度，2为管道粗糙度，3为管道镜面反射系数，4为管道颜色r值，5为管道颜色g值，6为管道颜色b值，7为管道透明度，8为灯光r值，9为灯光g值，0为灯光b值。