

项目介绍

一、模型文件加载

使用Assimp库，在LearingOpenGL提供的model.h和mesh.h代码的基础上进行修改，实现了加载glTF模型文件的功能。选择加载glTF模型文件是因为此模型与我们后面将实现的PBR光照模型能很好的契合。

其中，model.h 定义 Model 类，负责：

- 1、调用 Assimp 加载整个模型文件（glTF/Obj 等）；
- 2、递归解析 Assimp 的aiNode节点树，将每个aiMesh转换为Mesh对象；
- 3、加载模型关联的所有纹理（去重，避免重复加载同一纹理）；

提供统一的Draw()方法，遍历所有 Mesh 完成整个模型的渲染。

mesh.h 定义 Mesh 类，负责：

- 1、存储单个网格的所有渲染数据（顶点、索引、纹理）；
- 2、初始化 OpenGL 对象（VAO/VBO/EBO），将数据上传 GPU；

提供 Draw() 方法，结合 Shader 完成单个网格的渲染。

由于每一个glTF文件的设计形式不同，在设计model.h 和mesh.h时必须要考虑所有可能出现的情况。有些glTF模型文件不存在金属度和粗糙度贴图甚至没有基础颜色贴图，其对应的金属度、粗糙度、基础颜色因子设置在glTF文件中，因此在使用Model处理模型材质时必须要考虑加载的模型是使用的纹理贴图还是纹理因子，亦或是两者都有用到。这同样影响着后续实施PBR光照模型的PBR片段着色器的设计。

为了更好的加载模型和渲染模型，我们构建了一个资源管理库。其可以储存项目中已经加载的模型，可以避免渲染模型时模型的重复加载，减少内存的开销并增强程序运行时的性能。

二、PBR光照模型

PBR光照模型的实现重点在PBR片段着色器的设计上。实现PBR模型所用到的各类光学知识和用到的数学计算公式统一参照LearingOpenGL教程中的内容。本次实现的PBR片段着色器实现了LearingOpenGL教程中PBR介绍的所有功能，包括基于图像的光照(IBL)。此外，为了适配加载glTF模型，PBR片段着色器对于纹理参数的设置进行了多项判断，保证纹理参数能够得到正确的设置。

三、实现基于图像的光照(IBL)

参照LearingOpenGL教程中给出的原理与计算公式以及提供的代码，实现了IBL。此功能可以将环境立方体贴图(Cubemap)的每个像素视为光源，通过在渲染方程中直接使用它来有效地捕捉环境的全局光照和氛围，使物体更好地融入其环境。

四、实现阴影效果

参照LearingOpenGL教程中给出的原理与计算公式以及提供的代码，实现了点光源阴影。点光源阴影实现的核心在于生成深度立方体贴图，对于点光源来说，这样的贴图一共要生成六个。这里选择使用几何着色器实现一次渲染过程建立深度立方体贴图。在生成深度立方体贴图后，我们将这些立方体贴图传递给我们的PBR光照片段着色器，用来计算对应的阴影因子。最后将这个阴影因子应用到我们实现颜色计算的部分，便可以实现阴影了。同样，为了让实现的阴影更加的柔和与真实，使用到了PCF与动态Bias。来解决阴影痤疮，漏光和锯齿化问题。

五、实现将HDR立方体贴图作为天空盒

因为我们选择了使用PBR光照模型，因此相对于直接使用六面立方体天空盒贴图，实现将HDR场景转化为立方体贴图作为天空盒更便于我们更真实的PBR光照模型的实现。首先我们将HDR场景使用stb_image 存储到一张等距柱状投影图 中，随后运用LearingOpenGL提供的方法，将等距柱状投影图转化为立方体贴图，最终实现天空盒的生成。

六、实现视差遮蔽映射（POM）

传统法线贴图仅修改表面法线来模拟凹凸，而 POM 通过偏移纹理坐标让纹理“贴合”虚拟的高度地形，视觉上更接近真实的几何凹凸（比如木纹的沟壑、地砖的缝隙）。在参考LearingOpenGL教程的基础上，我们实现的POM兼顾了效果（32 层采样 + 插值）和性能（距离淡出 + 动态分层），并且可以兼容PBR纹理中heightMap纹理图的输入。

七、优化camera.h

模拟一个虚拟相机。这个类封装了所有与相机相关的属性和功能：

定义相机的位置和朝向：通过位置、前向向量、上向量等来定义相机在3D世界中的状态。

控制相机移动：通过键盘输入（WASD、上下左右）来控制相机在场景中前后左右移动，以及上下移动。

控制相机视角：通过鼠标移动来控制相机的水平（Yaw）和垂直（Pitch）旋转，从而改变观察方向。

控制视野范围：通过鼠标滚轮来放大或缩小视野（类似变焦）。

生成视图矩阵：它根据相机的所有状态（位置、朝向等），生成一个视图矩阵（View Matrix）。这个矩阵是OpenGL渲染管线中的一个关键矩阵，它告诉OpenGL如何将3D世界中的物体投影到2D屏幕上，从而实现“从相机视角看世界”的效果。

小组成员分工：

钟旺烜：模型文件加载；PBR光照模型；实现IBL；阴影效果；实现视差遮蔽映射（POM）；天空盒HDR贴图。

张誉方、钟思玥：基础框架构建（室内、室外）；天空盒设计；简易光源布置。

张景翔：代码整理；动画建模；纹理精修（待后续）。

柳亦霏：PPT制作；简易交互（摄像机优化）；动画建模；纹理精修（待后续）。

曾壮：修复报错；纹理精修（待后续）。