

# A-6

---

计研三一

孙亚男

2020215223

[sunyn20@mails.tsinghua.edu.cn](mailto:sunyn20@mails.tsinghua.edu.cn)

## 实验要求

---

实现以下材料中的 Terrain Engine。

- 1) 材料见附件 TerrainEngine 文件夹。
- 2) 摄像机坐标系与全局坐标系之间的变换；
- 3) 海面的波浪效果；
- 4) 地形的读取、绘制及纹理贴图；
- 5) 天空和地形的倒影效果。

## 实验原理

---

该实验需要实现在窗口中的二维图形绘制、纹理贴图和着色。故使用GLFW库创建窗口，使用GLAD管理函数指针，使用GLM库进行矩阵变换，使用SOIL库进行纹理加载。

## 实验步骤

---

1. 创建窗口
  - 参见习题课一 Lecture1.cpp 窗口创建相关代码
2. 绘制图形
  - 参见习题课一 Lecture2.cpp 绘制三角形相关代码
  - 绘制场景分为若干部分
    - 绘制天空盒子，这里需要注意纹理的对齐
      - 还要调整盒子的尺寸，使得太阳不是瘦长的椭圆形
      - 绘制天空盒子的镜像，与天空盒子关于y=0平面对齐
    - 绘制山地，这里需要使用读入的高度图作为绘制点的y坐标
      - 使用SOIL\_load\_image读入高度图，注意返回的数组是行优先
      - 绘制山地时需要注意将一部分山地平移到水面，即y=0平面以下，并将这部分图像在片段着色器中丢弃
    - 为山地添加细节
      - 细节部分需要重复贴图以达到更真实的效果
  - 绘制山地的镜像，与山地关于y=0平面对齐
  - 绘制海面，在y=0平面

- 绘制海面时要注意为了营造海水波动的效果，需要为纹理加入随时间变化的扰动
- 海面贴图要设置一定的透明度，为了能看到水面下天空和山地的倒影

### 3. 图形纹理贴图

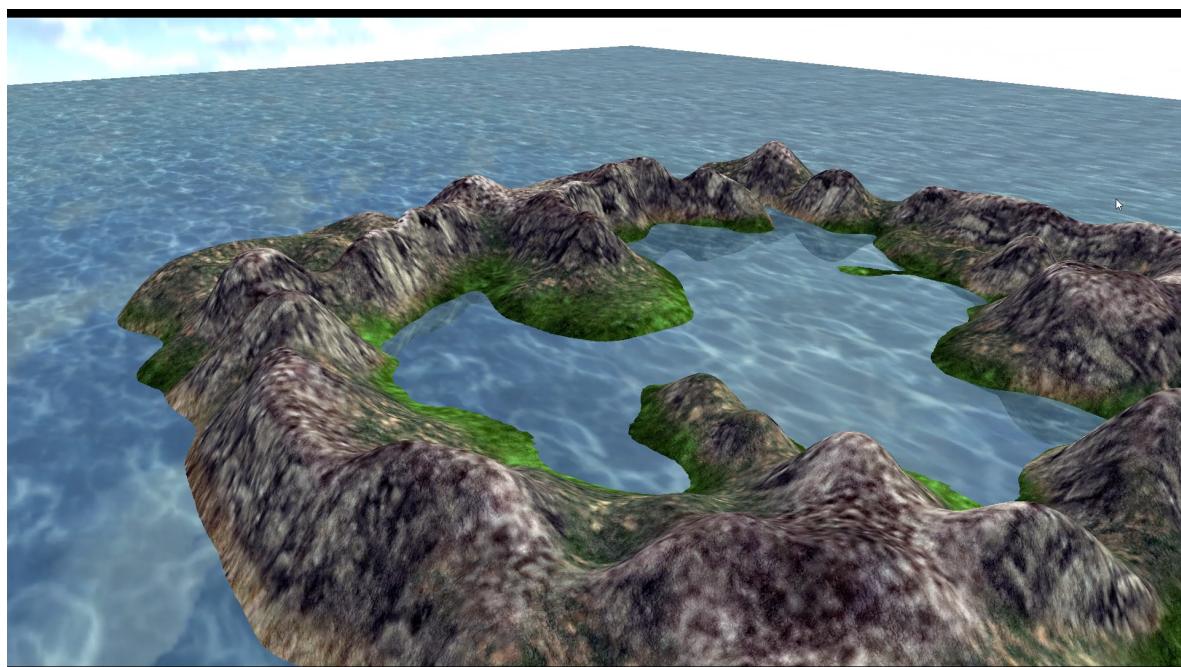
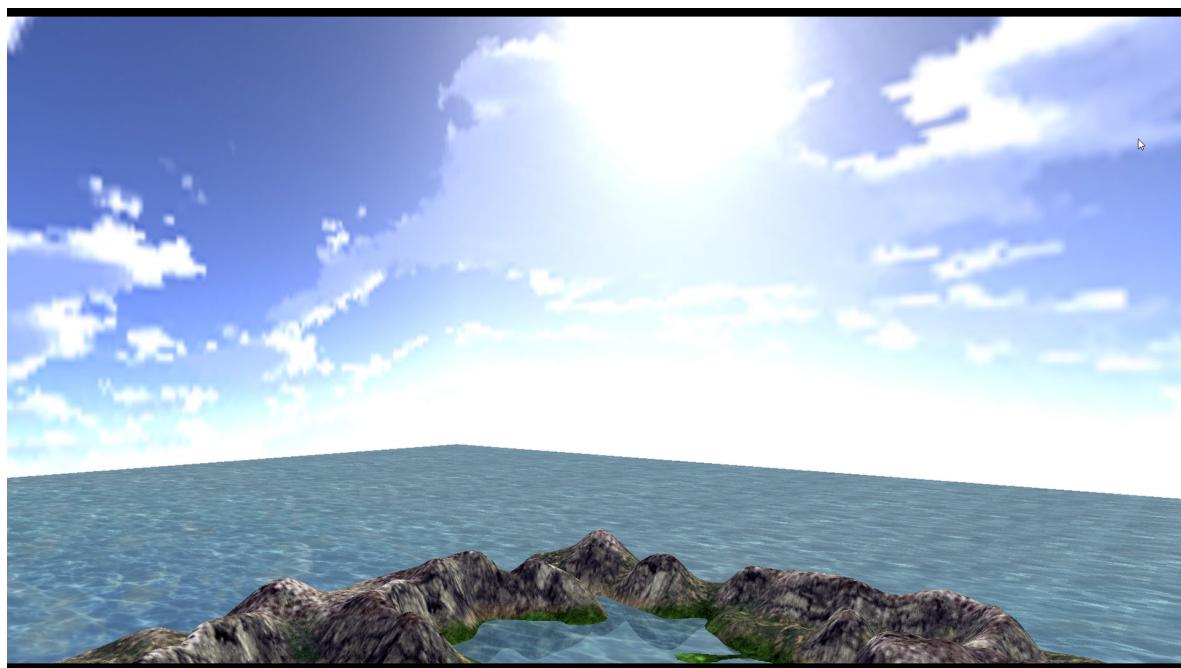
- 贴图部分参见习题课四 Lecture6\_2.cpp 贴图相关代码
  - 设置uniform纹理变量用于从主程序中传入纹理
  - 此外设置多个uniform变量用来向顶点着色器中传入绘制点的坐标

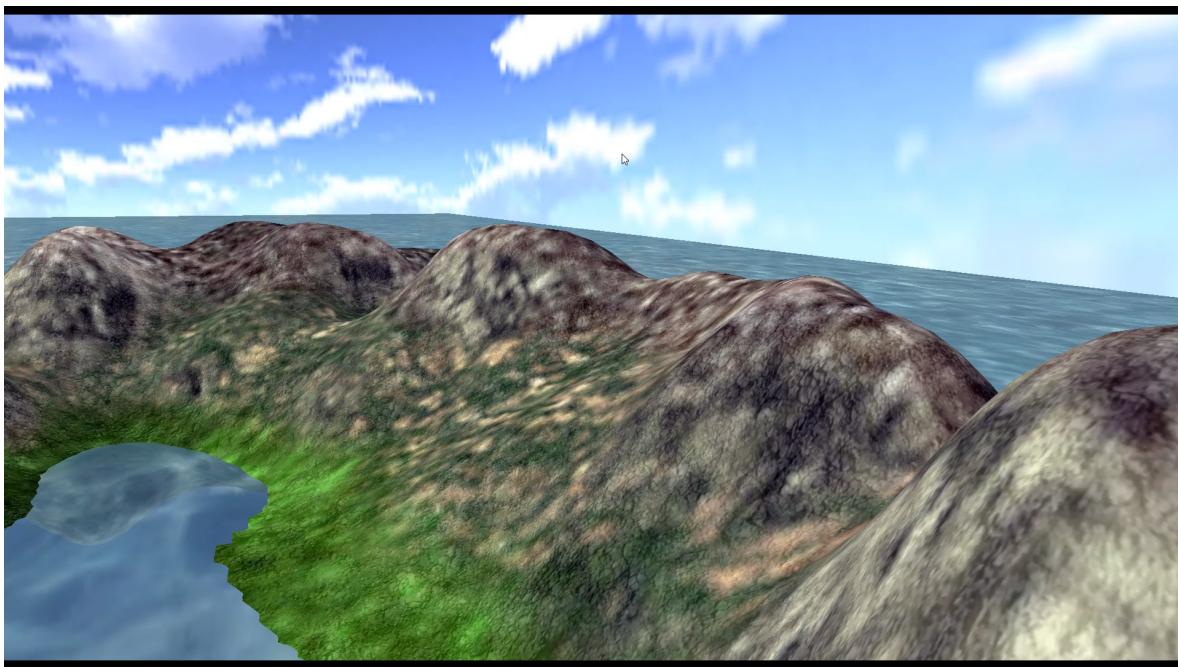
### 4. 交互控制

- 控制部分参见习题课四 Lecture6\_2.cpp camera 相关代码
- 使用 wasd 进行移动，使用鼠标进行缩放，使用鼠标移动控制镜头移动

## 实验效果

具体实验效果参见录屏，下图为录屏截图：





可以看出，海面上有波浪，地形一部分在水面上一部分沉入水底，放大也较为真实，天空和地形在水面下有倒影。

## 实验环境

Visual Studio 2019

GLFW库 3.3.2

GLAD库

GLM库 0.9.6.3

SOIL库

# 实验遇到的问题或注意的地方

---

1. 使用贴图时要注意坐标的计算。
2. 细节贴图时要多重复几次才会更真实。
3. 绘制海面上的波浪时，在顶点着色器中对当前点的坐标进行了多余的判断，而导致同一帧中的不同点有的进入if分支，有的进入else分支，得到的赋值混乱。后简化为同一处理方式，问题解决。
4. 在处理地形高度坐标时采用了四种方法
  1. 试图新建一个 `256*256*5` 大小的vertices数组来存地形数据，但内存不支持，**失败**。
  2. 使用一个 `6*6*5` 大小的vertices数组来存一个地形正方形，通过不断修改数组数据来绘制整个地形，由于每次都要更新VBO，程序负担太大，**失败**。
  3. 使用一个 `6*6*5` 大小的vertices数组来存一个地形正方形，通过glm变换矩阵绘制多个正方形，程序负担太大，**失败**。
  4. 使用一个 `6*6*5` 大小的vertices数组来存一个初始地形正方形，通过uniform变量将当前绘制正方形的xz轴编号传入，将四个顶点的y值传入，在顶点着色器中对坐标进行变换，**成功**。
5. 绘制图像时要注意深度检测，若开启，则需要合理选择绘制顺序。
6. 结果中出现背景色的三角形，是perspective矩阵参数设置过小，天空盒子放大后参数不匹配导致，修改参数后问题解决。
7. 读取高度图时注意行优先还是列优先。