

图形学实验报告

实验 2：A Racing Car

霍超凡

实验目的

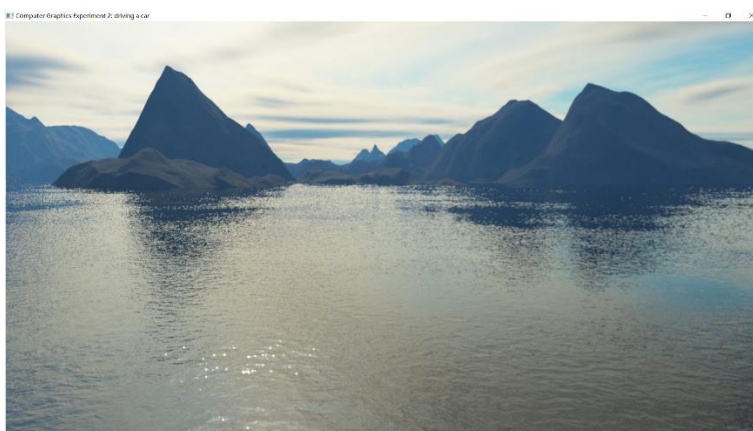
- 熟练掌握和综合运用 OpenGL 编程技术来开发简单的三维交互式游戏

程序设计

按照程序所要绘制的模块，程序可以分成绘制天空盒背景、绘制地面、绘制小车、添加灯光、添加路标这几个部分。

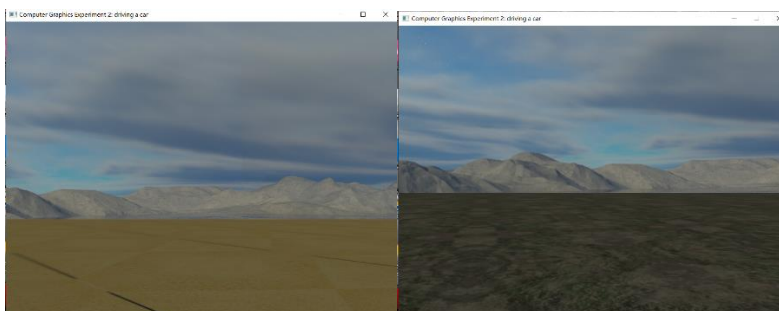
绘制天空盒背景

创建一个立方体，在立方体六个面分别贴上贴图，形成如下效果。



绘制地面

地面是一个有限平面，由多个三角形组成，创建多个三角形，在三角形上贴上纹理，使用 OpenGL 的渐进贴图来避免走样。绘制效果如下图所示，



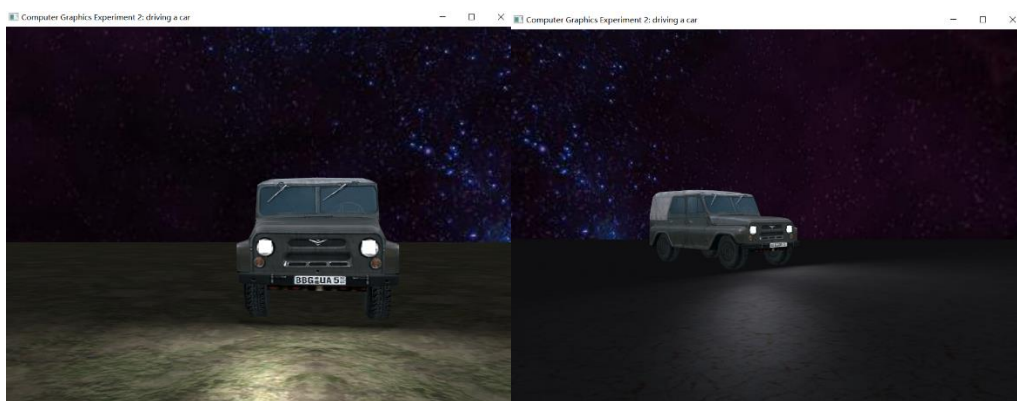
绘制小车

加载小车模型并绘制小车。



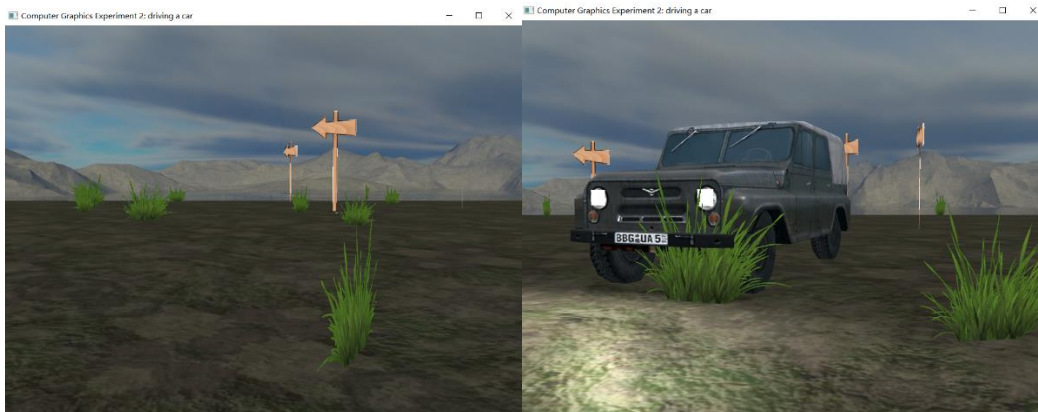
添加灯光

使用 Phone 模型为小车添加前置灯光，



添加路标

手动定义网格是十分困难的，使用贴图的方式创建二维图形，在平面贴上带有 alpha 通道的纹理贴图，在着色器上对于 alpha 接近于 0 的点，不输出颜色值，使之表现为透明。



通过以上步骤，绘制出整个场景，为了使小车能够跟着摄像机移动，需要添加控制引擎，按‘W’键，小车速度增加，松开‘W’键后，小车速度逐渐减至为 0。这里对小车引擎做出了简化，没有模拟现实世界中的复杂场景，我们小车控制小车想要达到的效果是：小车从 0 开始慢慢加速，但是小车又不能够无限加速，因为这样会使小车速度无限大，我们希望小车当达到一定速度后，加速到消失，保持最大速度，为了实现这个功能，我使用 sin 函数的特性计算加速度

$$a = a_{max} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot v + \epsilon}{v_{max}}\right)$$

其中, a, v, v_{max}, a_{max} , 分别为小车当前加速度, 小车当前速度, 最大速度, 最小速度, 分子中加入 ϵ 项使小车刚开始的时候不至于由于速度为 0 而导致加速度为 0.通过上式计算是加速度, 能够实现小车平滑的加速, 减速过程较为简单, 加速度与速度可以成线性关系, 速度越大, 负加速度越大, 这会使观感不适, 可以使用下式

$$a = -kv^{\frac{1}{p}}, p > 1$$

来模拟非线性关系, 这里要求 p 大于 1, 利用了幂函数的特点, 小车可以快速停下, 因为线性函数关系会使小车速度突然减小, 在快要停下的时候, 拖移时间长。

使摄像机跟着小车以第一人称视角的方式移动, 这涉及大量的坐标转换, 在调试程序时, 花费了很长的时间, 其中最关键的一点是, 当我们在对物体做旋转操作时, 旋转矩阵是以原点为旋转中心的, 如果小车要原地旋转某个角度, 这时一定要把小车先通过一个平移矩阵移至原点, 然后做旋转操作, 最后在移回原位置。程序始终以摄像机来确定小车的位置, 由于摄像机相对小车的位置靠后, 在做转弯移动时, 小车移动的距离和摄像机移动的距离不完全一致, 小车相对摄像机多一个弧形的位移。

交互界面是另我头痛的问题, GLFW 的键盘、鼠标交互很简单, 但是关于菜单栏, 据我目前所知, 还没有一个简单的菜单设置, 必须使用额外的库, AntTweakBar 是一个轻量级的交互菜单栏设置程序库, 它是专门为 OpenGL、DirectX 而设计的用户界面, 只需在程序中添加几行代码, 就可以创建出菜单栏, 我在使用这个库时, 遇到不能交互的问题, 鼠标点击 Bar 没反应, 我在程序中也明确将 glfw 窗口的鼠标点击事件函数重定位到 AntTweakBar 中, 寻找原因时, 得知 AntTweakBar 可能会与 GLFW3 不兼容, github 也有解决这个不兼容问题的代码, 我找了一些资料, 程序编译 AntTweakBar 库、更换头文件也没有解决这个问题, 最终的展示界面窗口, 只能显示, 不能交互, 不知我程序里那里出现错误, 至今没有解决这个问题。

最终渲染图



参考资料

[1] LearnOpenGL CN <https://learnopengl-cn.github.io/>