

# Project report for the CG course

## Project Title

The Way to Treasure

## Team member

1652194-朱海豪

1652338-苏欣

1652312-张哲

1652225-区杏雅

1652240-熊笑

## Abstract

在刚开学时，我们研究了 16 和 17 年的前辈们的作业，对其中的两个游戏产生了兴趣。我们认为，如果能以一个游戏作为我们的课程作业，会更有利于调动大家的积极性。因此，我们设计了这样一个“宝藏之路”的游戏。

我们的目标是完成一个最最基本的游戏，包括移动、音效、事件触发等各个游戏中应有的基本操作。同时，我们希望在我们的地图中体现出和计算机图形学紧密相关的内容，因此，我们在地图的贴图方面使用了法线贴图技术，在河道中央设置了一个喷泉的特效制作、在最中央的房子和大地图的四个角处放置了点光源，共涉及到了 3D 模型建模、法线贴图、特效制作、天空盒制作、光线追踪等技术。

## Motivation

在下载并尝试了课程网站上前辈们的作业后，小组成员一致认为 15 年的密室逃脱游戏和 16 年的射击游戏做的很有意思。相较于 3D 模型的绘制、展示、渲染和视角的拉伸，游戏无疑包含了更多的元素，游戏制作对于组员们也将是一个更加全面、更加严峻的考验。因此，经过小组成员的第一次集会讨论，我们确定了“地牢冒险寻宝”的作业主题。

## Goal of the project

完成一个键盘鼠标控制的、交互式的游戏。

子目标：

- 1: 通过键盘鼠标操作控制镜头，实现移动和视角转换。
- 2: 完成模型的创建和细节处理。
- 3: 完成与场景物品的交互
- 4: 完成地图的美化（法线贴图、河道喷泉）
- 5: 一个跟随视角的光源
- 6: 完成 BGM 的读取和播放
- 7: 完成地图中光源的实现
- 8: 天空盒的制作

## Scope of the project

由于能力所限，我们并不打算将它做成一个传统的 RPG 游戏。这个游戏将不包括以下元素：

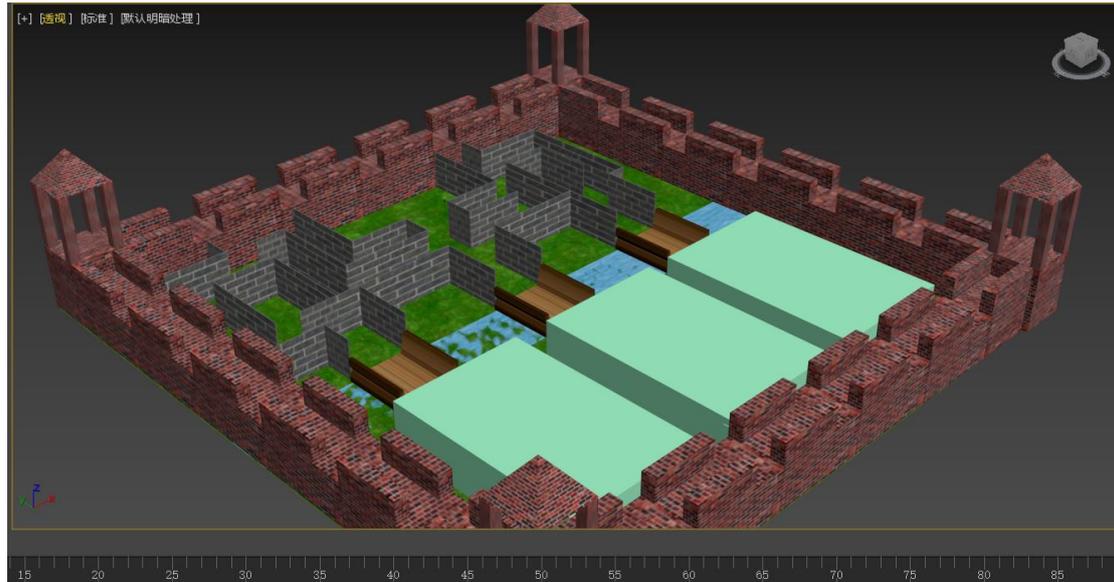
- 1: 敌方生物的 AI

- 2: 战斗系统
- 3: 极度完善的特效
- 4: 玩家操作人物的建模
- 5: 开放式的大地图

## Involved CG techniques

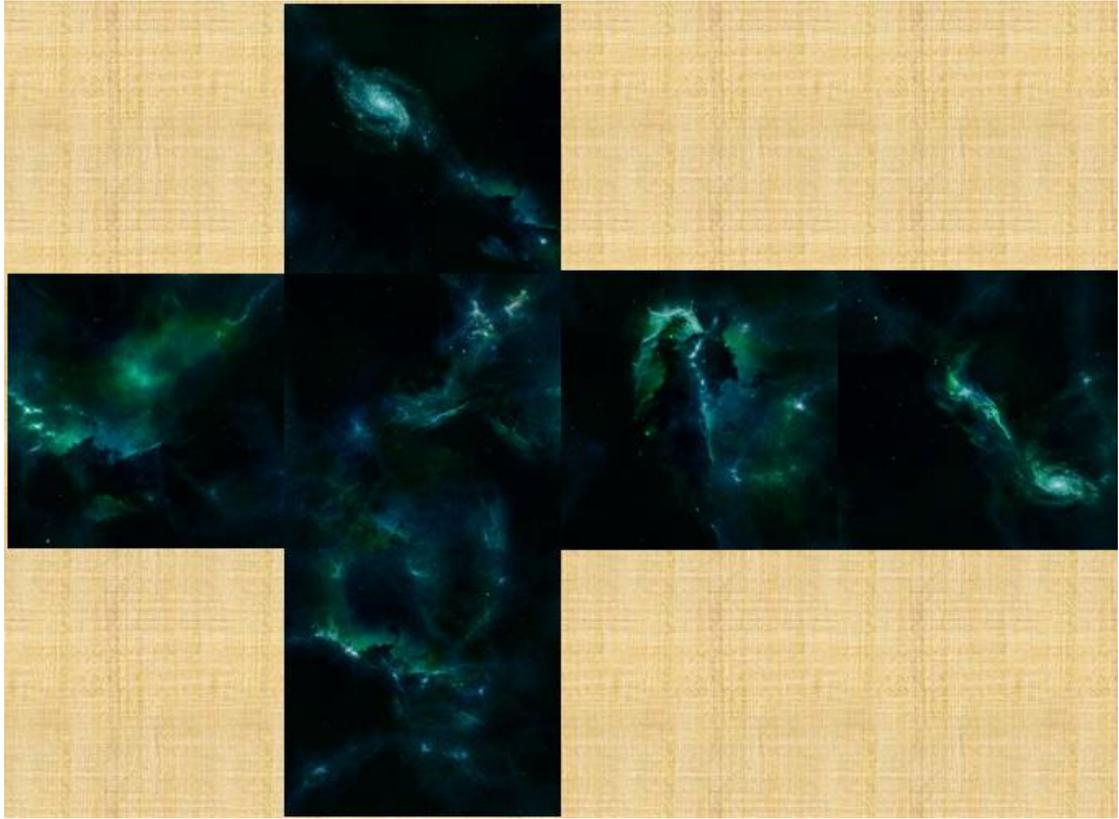
### (1) 3DS MAX 建模

在这个游戏中，所有的模型全部由 3DS MAX 创建，在导出为 obj 格式后，由 OpenGL 读取并导入。

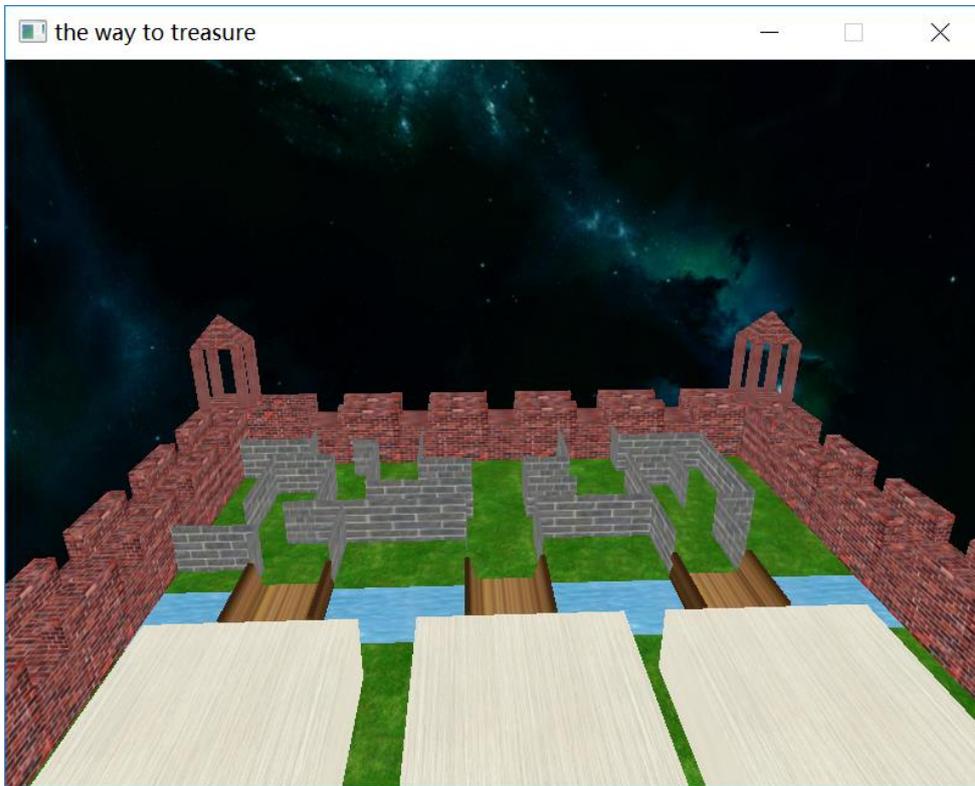


### (2) 天空盒

通过六面体贴图实现天空盒的制作。



(3) obj 模型导入  
通过 SOIL 处理纹理加载，通过 Assimp 实现 3D 模型加载



(4) 使用 irrKlang 音频处理库实现 BGM 的读取和播放

(5) 法线贴图

图片 RGB 值实际上表示的是 XYZ 向量：

颜色的分量取值范围为 0 到 1；而向量的分量取值范围是-1 到 1

二者之间存在简单映射关系： $rgb = (xyz + 1) / 2$

还有一个问题：法线贴图都是在切线空间下，需要将得到的法线转换到世界空间

法线贴图的坐标系为 TBN 坐标系。

TBN 坐标系的三个轴是 t 轴，b 轴和 n 轴，对应 x 轴，y 轴和 z 轴

n 轴对应法向量，另外两个轴是切线轴(tangent)和副切线轴(bitangent)，这三个轴一起组成的坐标系就是 TBN 坐标系。

通常采用和表面纹理坐标一致的轴作为 T 轴和 B 轴，即 U 轴对应 T 轴，V 轴对应 B 轴。

通过三角形的边的两种计算方式构造方程等式，解得 T 和 B，就能得到 TBN 矩阵，完成法线的转换。

工程中没有直接可读取的法线贴图，从纹理中生成。

二维纹理加高度就可以想象成三维物体。

高度使用灰度代替，灰度就是把 rgb 三个颜色分量做一个加权平均，这里用一个比较常用的基于人眼感知的灰度值提取公式

$color.r * 0.2126 + color.g * 0.7152 + color.b * 0.0722$

求出 uv 方向上高度函数的切线，再做一个叉积，即可计算出对应的法线。

求一个点的函数图像切线，只要求出该点的函数斜率，即导数

$$h'(u) = \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \frac{h(u + \Delta u) - h(u)}{\Delta u}$$

$$h'(v) = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{h(v + \Delta v) - h(v)}{\Delta v}$$

实际计算时采用中心差分法，在采样点两侧采样

得到两个切线向量做叉积、归一化，得到当前像素点表面的法线向量。叉积顺序很重要，因为纹理是朝向 -z 轴的，所以通常会让法线也顺着表面所在的朝向。

#### (6)：粒子特效制作

粒子系统的基本思想是：采用许多形状简单的微小粒子作为基本元素，用它们来表示不规则模糊物体。这些粒子都有各自的生命周期，在系统中都要经历“产生”、“运动和生长”及“消亡”三个阶段。粒子系统是一个有“生命”的系统，因此不象传统方法那样只能生成瞬时静态的景物画面，而是可以产生一系列运动进化的画面，这使得模拟动态的自然景物成为可能。

一般来说，粒子系统的模拟流程如下：

1. 生成新的粒子加入到粒子系统中。
2. 给每个新的粒子赋予初始属性。
3. 删除超过生存期或超过界限范围的粒子。
4. 剩余的粒子按照运动规律或相关算法进行移动更新,并改变其属性。
5. 绘制显示当前所有粒子。

粒子属性：这里用 type 分量来将粒子分成三类。第一类为发射器，这类粒子不进行运行，仅进行发射，每当发射器年龄到了，就会分裂出一个第二类粒子，注意是分裂，意思是发射器不会消失，分裂完后重置它的年龄！第二类粒子就是在空中喷射的粒子；第三类就是碰到地面，产生一个轻微反弹的粒子。

#### (7) 冯氏光照模型

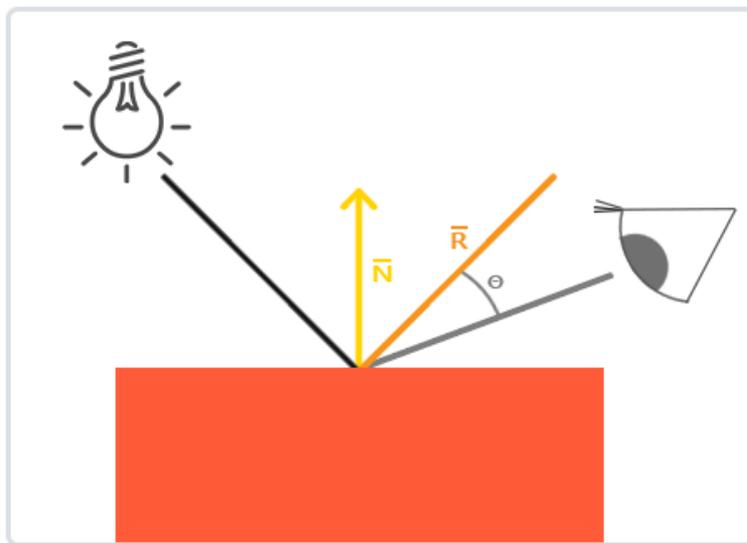
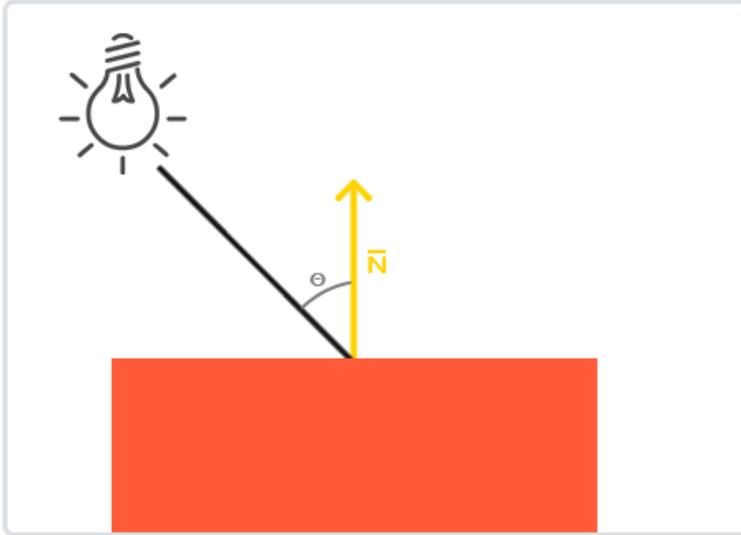
本程序中对光照的模拟采用冯氏光照模型，冯氏光照模型的主要结构由 3 个分量组成：环境

光照、漫反射光照和镜面反射光照。

**环境光照：**物体周围环境反射的光线会对物体的颜色产生一定影响，在程序中我们根据周围材质颜色获取环境光照分量。

**漫反射光照：**漫反射光照使物体上与光线方向越接近的片段能从光源处获得更多的亮度。物体的某一部分越是正对着光源，它就会越亮。 $\theta$ 越大，光对片段颜色的影响就应该越小。

**镜面光照：**镜面光照赋予了物体高光效果，它不仅依据光的方向向量和物体的法向量，还依赖于观察方向。如果夹角 $\theta$ 越小，那么镜面光的影响就会越大。

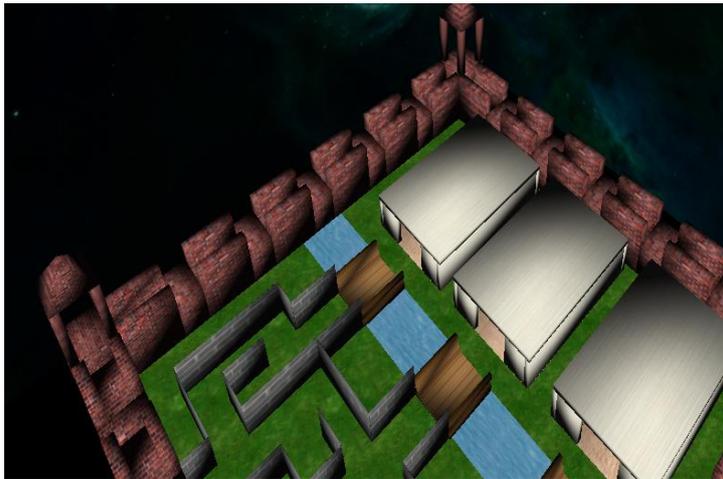
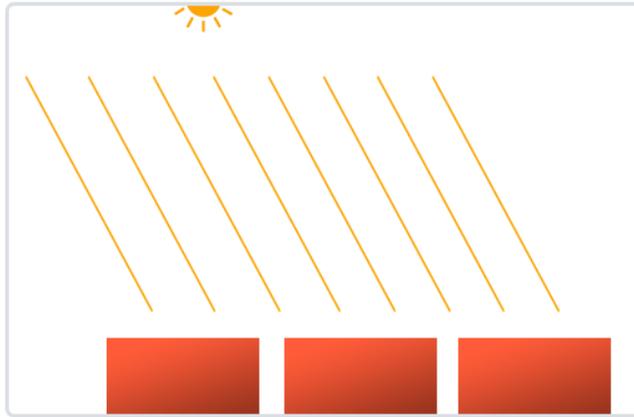


本实验中包括

1: 定向光:

光源处于很远的地方时，来自光源的每条光线就会近似于互相平行。不论物体或者观察者的位置，看起来好像所有的光都来自于同一个方向。

所以在程序中设定出定向光光线的方向向量，通过计算就可以模拟出平行光的效果；

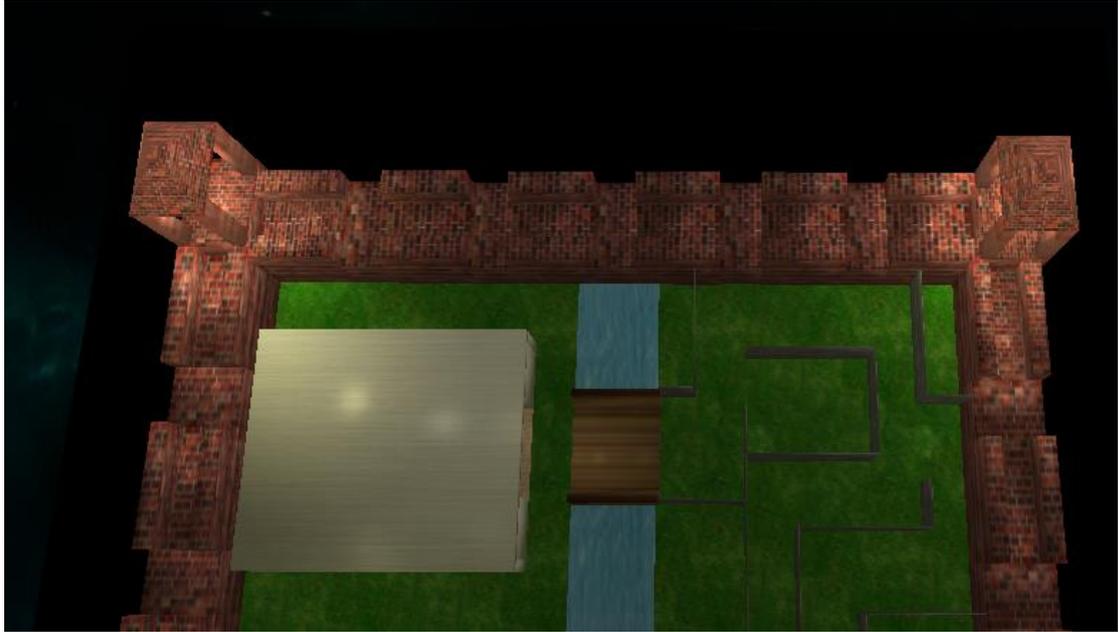


## 2: 点光源

点光源朝着空间所有方向发光，光线方向向量会随着物体位置变换。光照强度也会随着距离逐渐衰减，且在近处光强衰减较快，远处光强衰减速度变慢，可以使用以下衰减公式模拟点光源效果：

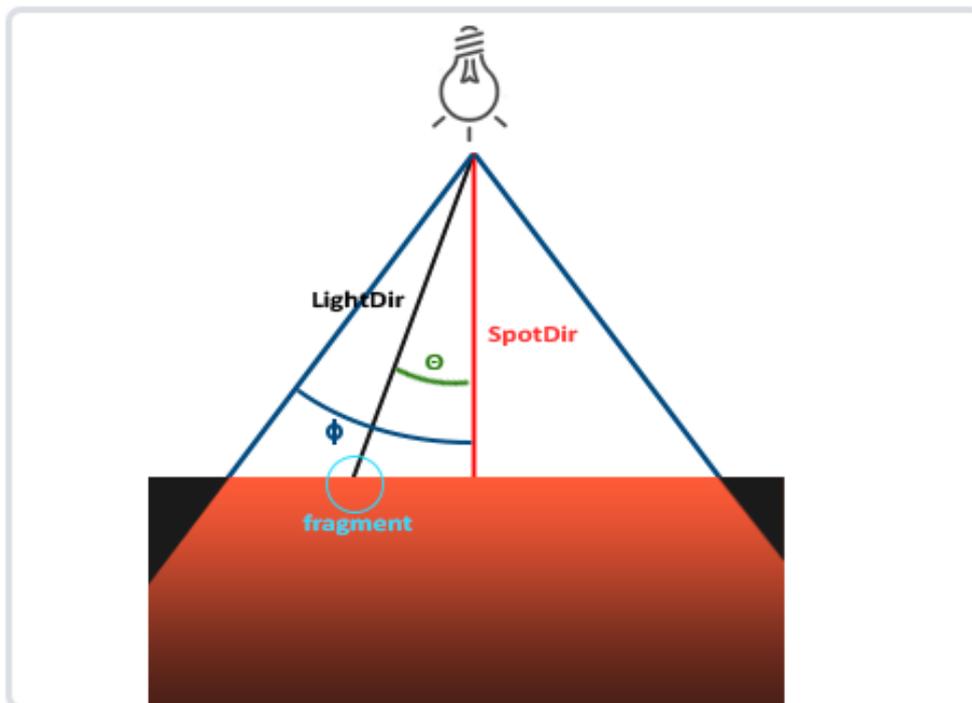
$$F_{att} = \frac{1.0}{K_c + K_l * d + K_q * d^2}$$

d 值取不同数值，点光源扩散的距离也会变化；



### 3: 聚光

聚光只朝一个特定方向照射光线。只有在聚光方向的特定半径内的物体才会被照亮，其它的物体都会保持黑暗。观察者位置即为光源位置。本程序中使用聚光做了一个手电筒效果。





## Project contents

- 1: 物理碰撞事件触发
- 2: 优秀的视角与移动
- 3: 优秀的画面表现
- 4: 多种图形学技术的应用

## Implementation

- 软件环境搭建、基础学习 (2-6)
- 建模 (7)
- 游戏基本框架开发、逻辑实现 (8-10)
- 画面优化、特效制作、音频搜集和导入、天空盒制作 (11-14)

## Results

经过一个学期的努力，我们完成了学期初定下的目标，成功做出了一个简单的游戏。游戏不是关键，关键是这个游戏中体现出的图形学技术。我们通过粒子系统制作出了摆放在河道中的喷泉效果，利用法线贴图技术对整个地图的贴图进行了优化，给地图添加了三种不同的光源，实现了物理碰撞的检测和约束。这是一个非常成功的大作业。

## Roles in group

- 朱海豪：3DS MAX 模型制作、BGM 和音效搜集、天空盒制作
- 苏欣：obj 模型导入、视角移动及物理限制、音效加载
- 张哲：法线贴图制作
- 熊笑：光照技术实现
- 区杏雅：河道特效制作

## References

- [1]邓军勇,李涛,蒋林,韩俊刚,沈绪榜.面向 OpenGL 的图形加速器设计与实现[J].西安电子科技大学学报,2015,42(06):124-130.
- [2]王新波,朱维杰.基于 OpenGL 与 3DS Max 的三维场景建模[J].电子科技,2012,25(01):79-80.
- [3]李新,李珊珊.3ds 模型在 OpenGL 中的读取和重绘[J].首都师范大学学报(自然科学版),2008(02):101-104.
- [4]黎华,肖伟.几种三维模型文件在 OpenGL 中的输入与处理[J].物探化探计算技术,2007(01):83-86+96.
- [5]汤彬.基于 OpenGL 的纹理映射研究[J].实验室研究与探索,2006(05):576-579.
- [6]方斌.OPENGL 中 3DMAX 模型的应用[J].贵州工业大学学报(自然科学版),1999(06):45-49.