

# 计算机图形学

## 第四次实验报告

Minsurf & Paramaterize

PB20000264

韩昊羽

## 一. 实验要求

- 学会使用 win10 自带的 3D 查看器或者 meshlab 查看 .Obj 文件
- 学会配置并使用 UEngine, 熟悉一些基本操作
- 实现极小曲面相关操作: 检测边界, 构建方程组并求解
- 实现参数化相关操作: 改变边界为圆或者正方形, 实现两种参数化方法
- 学会对 mesh 进行贴图
- 对几个不同的样例进行测试

## 二. 操作环境

IDE: Microsoft Visual Studio 2019 community

QT: 5.12.12

Cmake: 3.23.1

UEngine

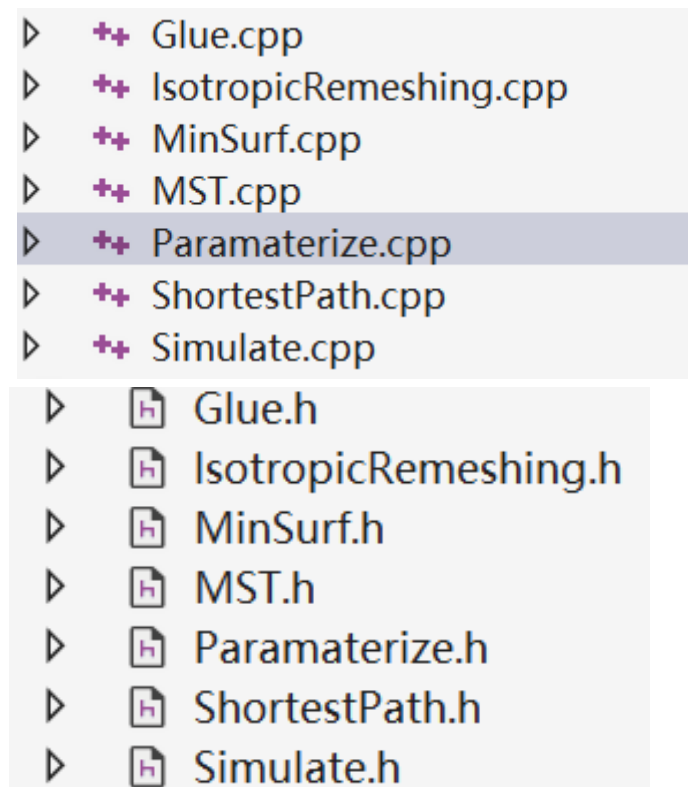
## 三. 功能介绍

1. 最小曲面求解。即对于有边界的曲面, 固定边界, 通过 laplace 坐标求解系数方程组来求解最小曲面。
2. 参数化求解并贴图。与求解最小曲面类似, 不过这次要将边界映为固定的图形, 而且还要根据参数化结果贴图。

3. 切换参数化方法，切换边界。通过按钮来切换功能。

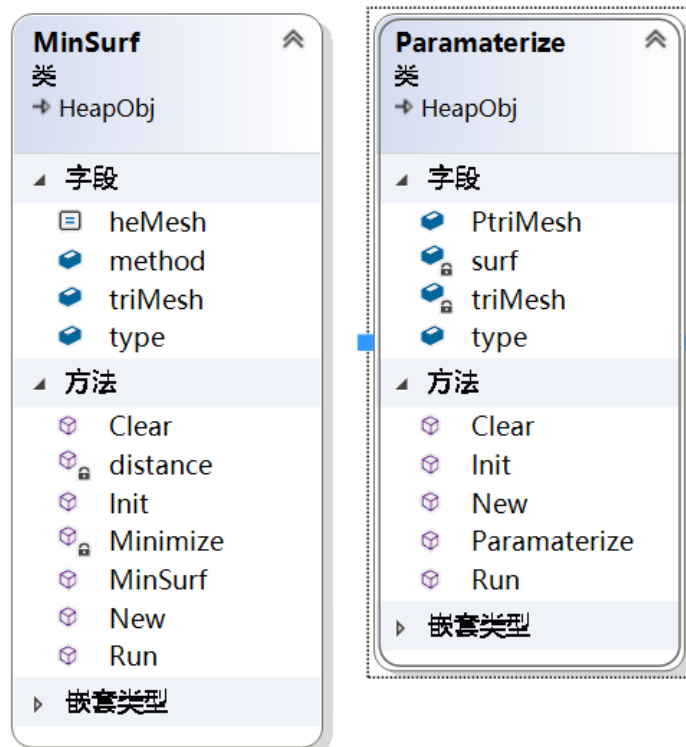
## 四. 架构设计

### 4.1 文件结构



保留框架原始的结构，并没有做出改变。

### 4.2 类图



基本采用助教提供的框架，加入了 type 和 method 两个变量用来标记边界的形状和参数的选取方法，Run() 函数用来执行，Clear(), Init() 函数都参考框架原先的结构。Paramaterize 存了一个 Minsurf 类变量 surf，用来调用 Minsurf 类的相关函数。

## 五. 功能实现

半边数据结构：在 Minsurf 类中存储了两种数据结构，分别是 trimesh 和 hemesh，分别采用传统的点坐标存储和半边数据结构存储。半边数据结构通过将一条边拆成两个半边（在不同的面）来存储，计算起来较为方便。在计算极小曲面的过程中，先将 trimesh 转化成 hemesh 再计算。

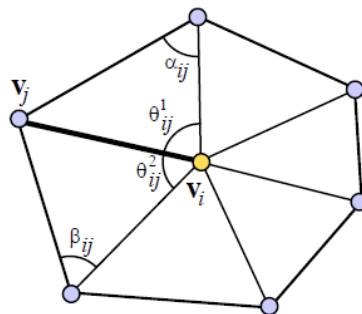
Laplace 坐标:

$$\delta_i = v_i - \sum w_i v_i$$

在计算极小曲面的时候，只需要将每个内部点的曲率取为 0，边界点不动，求解稀疏矩阵方程组即可。参数化的时候要注意改变边界的位置。

参数化:

采用两种参数化方法，一种是所有  $w_{ij}$  全部取 1，即标准参数，另一种是取  $(i, j)$  这条边的两侧面上的对角  $\alpha, \beta$ ， $w_{ij} = \cot\alpha + \cot\beta$



**Figure 2:** The angles used in the cotangent weights and the mean-value coordinates formulae for edge  $(i, j)$ .  
(Picture Courtesy of Olga Sorkine's STAR Report)

UI 界面：自定义添加了多个按钮。

Type	TriMesh ▾
- Triangle	1032
- Vertex	547
Glue	<div></div>
Minimize Surface normal	<div></div>
Minimize Surface square	<div></div>
Minimize Surface circle	<div></div>
Paramaterize square	<div></div>
switch method	<div></div>
Paramaterize circle	<div></div>
Isotropic Remeshing	<div></div>
Shortest Path	<div></div>
MST	<div></div>

## 六. 难点难题

主要的难点集中在配置 UEngine 库上。

### 1. 配置 UEngine 库：

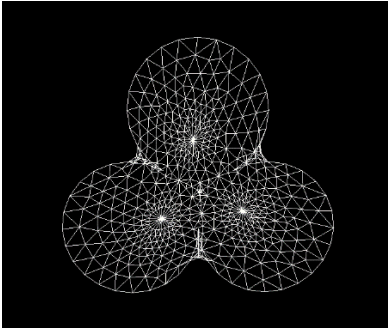
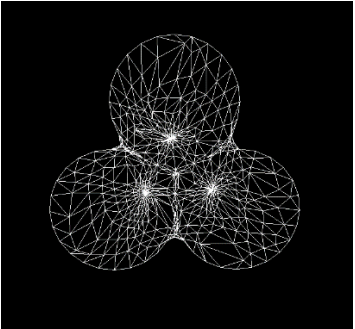
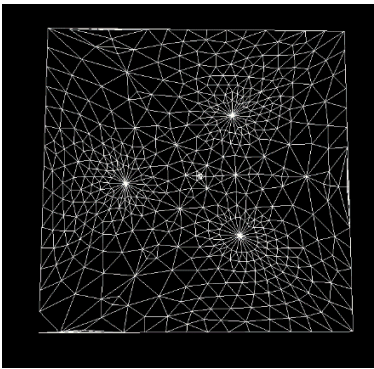
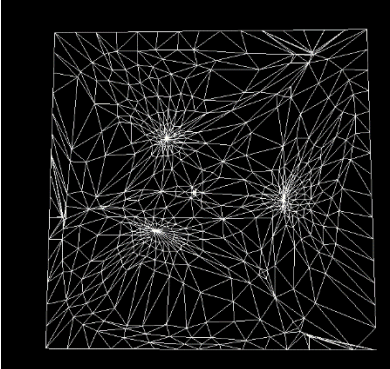
我通过 github 上的项目下载了 UEngine 库后，先是在补充 UTemplate, UHEMesh, UDP 等库上遇到了问题，不知道该放在哪里查阅了报错日志才找到了路径。然后要配置 assimp 和 tinysql 库，当时的 UEngine 使用的 assimp 已经经过了多代的更新，现在下载的 assimp 虽然能正常 Cmake 编译，但是文件结构已经有了很大改变，当对 UEngine 运行 Cmake 编译时，assimp 报出了多个错误，显示缺少文件，但是我搜索目录并没有找到相关文件，于是注释掉了 CamkeLists 里面的几行代码，但 UEngine 没法正常运行，无奈我又找学长借了之前的 assimp 版本这才解决。在调试途中又一不小心更改了一个 QT 的设置，导致 VS 没法使用 QT，重装后才得以解决。

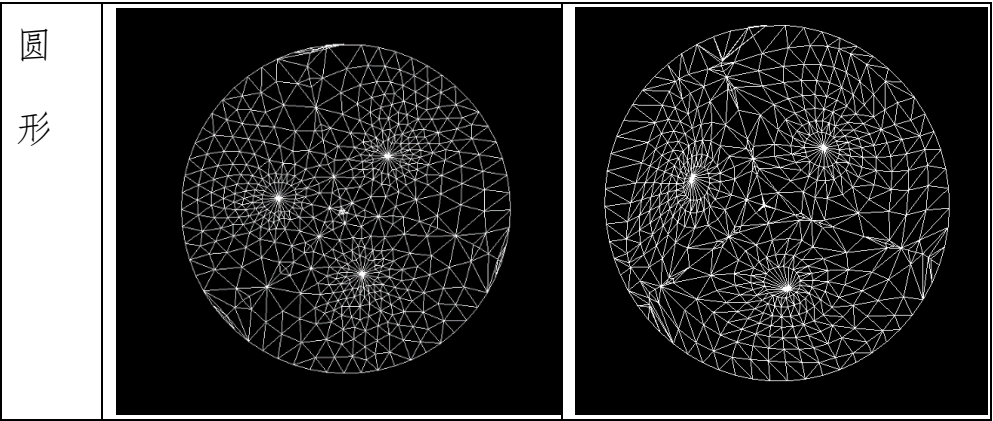
### 2. 参数化过程中第二种参数方法的计算：

在对曲面进行第二种参数化的过程中要计算  $\cot$  的值，一开始想用半边结构访问两侧的面，但是没找到访问面的角度的接口，于是采用余弦定理来计算。第一次没注意到正负的问题，参数化结果显得很扭曲，debug 后加以改正。同时发现不能直接对  $w_{ij}$  进行归一化，这样会导致稀疏矩阵不对称，不能使用 LDLT 分解。

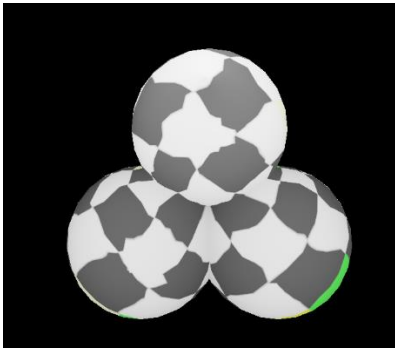
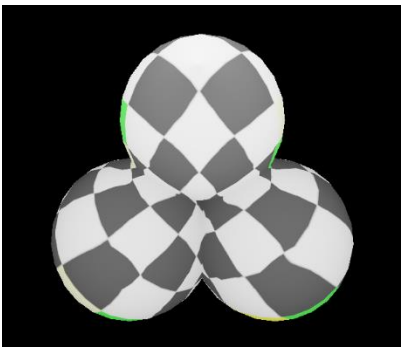
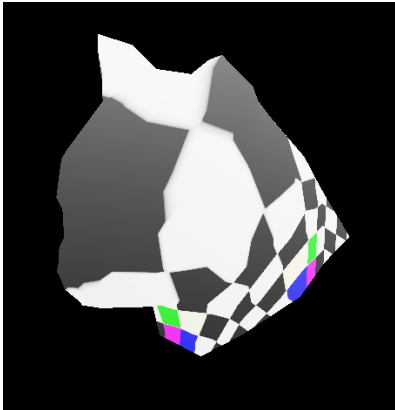
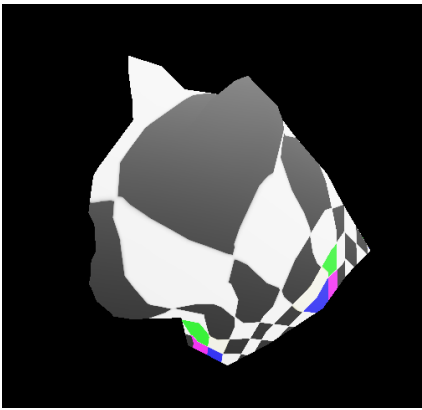
七. 实验结果

极小曲面实验结果：（以 ball 作为示例）

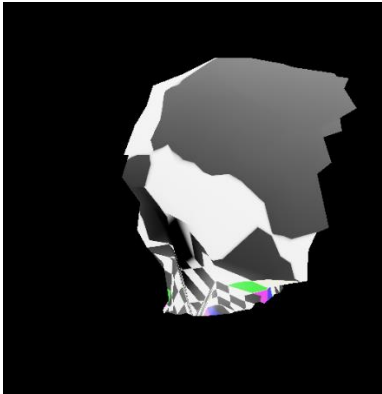
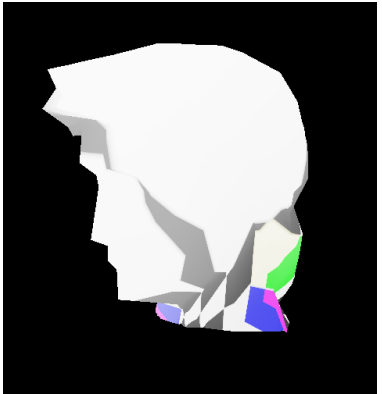
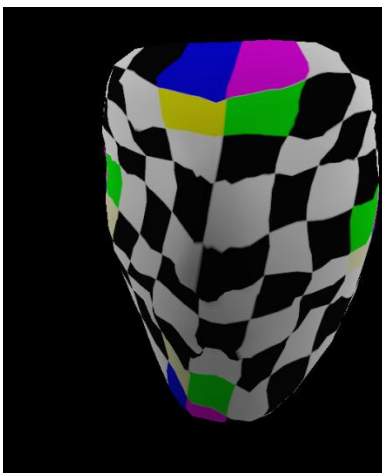
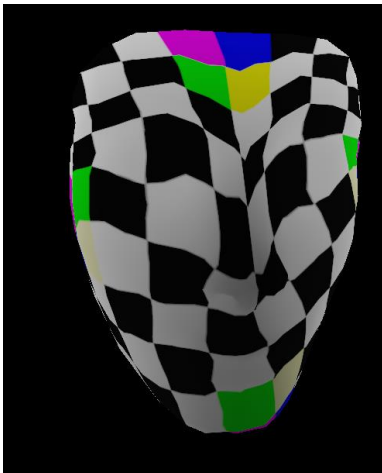
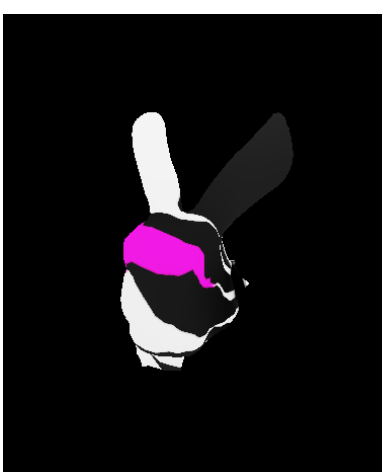
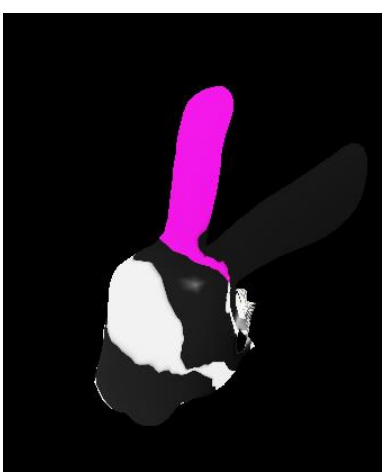
	标准参数	Cot 参数
原址 （ 极 小 曲 面 ）		
正 方 形		



参数化实验结果：

	标准参数	Cot 参数
Ball		
Cat		



David		
Face		
Bunny		

可以看到，采用 cot 参数时，纹理的边界明显更平滑更自然。

## 八. 问题与展望

### 8.1 遇到的问题

- 正方形参数化的时候还是有一些边界没有处理好
- 在 cot 参数化的时候搜索 $\alpha$ ,  $\beta$ 两个角度时采用爆搜, 时间较长
- 图形化界面不够完善, 没有下拉框
- 参数化结果不是很理想, 对于兔子、猫等大部分集中在了脖子部分
- 虽然提供了可以查看展开曲面结果的按钮, 但一经展开就不能再贴上材质了 (因为原始坐标丢失)

## 8.2 future work

- 更好的参数化方法
- 更好的搜索角度
- 更好的图形化界面
- 更好的操作方法, 比如摄像机的移动和灯光