三. 草图及三维模型的处理

3.1 OFF模型文件格式解析及渲染

3.2 固定视角的模型投影技术

3.3 三维模型光照和材质的添加

3.4 三维模型投影系统结果

3.5 草图预处理

3.6 本章小节

【1】Su H，Maji S，Kalogerakis Eet al.Multi-view convolutional neural networks for 3d shape recognition[C]//Pro- ceedingsof ICCV2015，2015

【2】C. M. Cyr and B. B. Kimia. A similarity-based aspect-graph approach to 3D object recognition. 57(1), 2004. 3

【3】基于草图的三维模型检索方法研究与应用[D]. 潘婷.中北大学 2020

3.1 OFF模型文件格式解析及渲染

本系统的三维模型采用的是Net40。该模型库中含有40类不同的三维模型，并且该模型的存储文件格式为OFF文件格式。要实现模型的读取、绘制，我们首先需要知道模型是如何存储在文件中的。通常模型是由网格组成的，且一般为三角网格。这是因为其它多边形网格可以容易地剖分为三角形，并且三点共面可以保证平面性以及可以容易地定义内外方向，进行插值等操作。因此，需要先解析OFF文件格式。OFF文件用于表示给定了表面多边形的模型的几何体。这里的多边形可以有任意数量的顶点。Net40中的OFF文件遵循以下标准。OFF文件全是以OFF关键字开始的ASCII文件。下一行说明顶点的数量、面片的数量、边的数量。边的数量可以安全地省略。 顶点按每行一个列出x、y、z坐标。在顶点列表后，面片按照每行一个列表。对于每个面片，顶点的数量是指定的，接下来是顶点的索引列表。**如图所示，**这是一个浴缸的OFF格式模型。

文本

中度可信度描述已自动生成

现在，主流的存储模型的数据结构有面列表，邻接矩阵，以及半边结构。面列表是存储面中顶点的三元组(Vertex1, Vertex2, Vertex3)它的优点是方便而紧凑，可表达非流行网格，缺点是不能有效地支持点、面之间的邻接关系查询。邻接矩阵是表示顶点之间相邻关系的矩阵。它的优点是支持顶点之间的邻接信息V-V(Vertex to Vertex)的高效查询、支持非流行网格。它的缺点是没有边的显示表达、不支持V-F(Vertex to Face)，V-E(Vertex to Edge)，E-V(Edge to Vertex)，F-E(Face to Edge)，E-F(Edge to Face)的快速查询。而半边结构是记录所有的面、边和顶点，包括几何信息、拓扑信息、附属属性，流行于大部分集合建模应用。它的优点是所有查询操作时间复杂度均为O(1)，所有编辑操作时间复杂度均为)(1)。它的缺点是只能表达流行网格。在该系统中，我采用的是面列表的数据结构。读取模型的流程图**如下所**示。

图示

描述已自动生成

3.2 固定视角的模型投影技术

该系统是是基于手绘草图的检索。目前主流的研究方法一种是获取较为理想的最优视图集合，以此作为检索的数据库，来增加检索的成功率；另一种则是探索出一种较为合适的特征描述符，来当模型的特征向量，以此增加检索的准确率。本文是将一个模型的最优视图定义为6张二维视图集。采用固定视角的投影技术。

因为用户所绘制的草图的二维的，而模型是三维的，因此需要将三维模型进行降维处理。避免后续相似性计算时因维数灾难而带来的额外的时间上的开销。此外，不同的用户在绘制二维的草图的时候，事实上已经对三维空间的物体做了一个降维处理。绘制的是一个固定视角的物体的投影。因此，为了适应不同用户可能绘制不同视角下的同一物体。并且考虑到了检索系统的效率，本系统只获取了同一个模型的六个不同视角的投影，并以此组成该模型的最优视图集。在尽可能包含用户所绘制物体的视角的同时，减少因视图集合过多冗余而造成的时间上的额外开销。

为了解决草图和模型在维度上的不统一，**Su【**】等人采用了固定视角的方法。该方法的具体过程是，将模型放在水平平面上，使得模型竖直向上。对于每一个充当检索数据库的三维模型，在其水平面以上 30度角位置，每隔30度设置一个摄像机，摄像机指向三维模型的中心，每个摄像机获取一张该模型的二维视图。如**图所示**。该投影方法可以生成12张视图。此外，对于不满足直立向上的模型，将模型周围的正二十面体上的二十个顶点上放置相机。并以此来获取视图。并组成最优视图集。



**潘婷【】**提出一种基于球体投影的三维模型检索方法。用来解决针对域不匹配问题。在对三维模型进行预处理后，在三维模型外围外接一个球体， 在该球体半圆弧上间隔 30°的地方放置一个摄像机，并确保照相机镜头垂直于模型质心同摄像机之间的连线。在该摄像机每获取一张视图后，将半圆弧旋转 30°再重复该步骤，直至半圆弧回归原位。**如图所示。**之后使用高斯差分和贝塞尔曲线完成线图的提取;利用草图和投影图像之间的关系构建分类器，以获取模型的最优视图。

图示

描述已自动生成

**Christopher M. Cyr[]**等以规定的间隔（5度）对观察球进行采样，**如图所示**给出了物体视球空间被划分为若干区域，每个区域对应着一个二维视图。并在迭代过程中，使用曲率匹配和视图相似群组来定义形状相似度量将视图组合成各个方面。之后将得到的视图集输入数据库中。



在进行模型的投影的时候，计算机图形学中，比较常用的两种投影分别是平行投影变化(正交投影)和中心投影变换(透视投影)。如图所示。两者之间的区别在于正交投影采用的投影射线之间是相互平行的，而透视投影变换采用的投影射线则是来源于选取的一个公共点，射线之间以椎体的方式投向三维模型。本系统采用的是中心投影即透视投影，因为中心投影更加符合用户绘制草图时的近大远小的绘制方法。

图表, 雷达图, 折线图

描述已自动生成

本文所采用的固定投影的思想是，在Su的方法上进行一定的贱货将待投影的三维模型固定于中央，选择固定的角度和固定的投影数量进行投影。对于每一个三维模型，在水平面以上 30度角位置，每隔60度放置一个虚拟摄像机，指向三维模型的中心，该投影方法可以生成6张视图。这6张视图便组成该模型的最优视图集。

3.3 三维模型光照和材质的添加

本系统中，在读入OFF模型后，会自动计算该模型的各个顶点的法向量。有了法向量后，本系统可以为模型添加光照效果。采用的Phong光照模型。Phong光照模型的主要构建模块包括3个组件：环境照明，漫射照明和镜面照明。Phong光照模型的组成结果**如图所示。**

电视游戏的萤幕截图

描述已自动生成

环境光：光通常不是来自单个光源，而是来自散布在我们周围的许多光源，即使它们不是立即可见的。光的特性之一是，它可以在多个方向上散射和反弹，到达不直接可见的点。因此，光可以在其他表面上反射，并间接影响对象的照明。使用一种小的恒定（浅色）颜色，将其添加到对象碎片的最终最终颜色中，因此即使在没有直接光源的情况下，看起来也总会有一些散射光。物体上一点P的环境光光强可以表示为：

表示来自周围环境的入射光强，为材质的环境反射率。

漫反射光：模拟灯光对象对对象的方向性影响。这是照明模型中视觉上最重要的部分。物体的一部分面对光源越多，它就会变得越亮。Lambert余弦定律总结了漫反射光强度与光线入射方向和物体表面的法向量之间的夹角相关。当 = 0时，物体表面正好垂直于光线方向，这是获得的光照强度最大；当 = 90时物体表面与光线方向平行，此时光线照射不到物体，光的强度最弱；最后，物体的表面转向到光线的背面，此时物体对应的表面接受不到光照。物体上一点P的漫反射光强表示为：

为光源发出的入射光强，为材质的漫反射率，为入射光与物体表面法向量之间的夹角，称为入射角。

镜面反射光：镜面光成分模拟的是物体表面光滑时反射的高亮的光，镜面光反映的通常是光的颜色，而不是物体的颜色。物体上一点P的镜面反射光的光强可以表示为：

为入射光光强，为材质的镜面反射率，镜面反射光光强与成正比。

计算漫反射和镜面光成分时，要考虑光源和顶点位置之间向量L、法向量N、反射方向R、观察者和顶点位置之间的向量V之间的关系。已经光线的衰弱情况。因此，Phong光照模型可以被定义为：

f(d)表示光照的衰弱，可以定义为：

为常数衰减因子，为线性衰减因子，二次衰减因子，d为光源位置到物体上点P的距离。

基于Phong光照模型的材质。通过多次实验，得到**下表数据**。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材质名称 | 环境光参数（rgba） | 漫发射参数（rgba） | 镜面反射参数（rgba） | 高光指数(float) |
| 黄铜 | R:0.329412, G:0.223529, B:0.027451, A:1.000000, | R:0.780392, G:0.568627, B:0.113725, 1.000000, | R:0.992157, G:0.941176, B:0.807843, 1.000000, | 27.897400, |
| 青铜 | R:0.212500, G:0.127500, B:0.054000, A:.000000, | R:0.714000, G:0.428400, B:0.181440, 1.000000, | R:0.393548, G:0.271906, 0 B:.166721, 1.000000, | 25.600000, |
| 铬 | R:0.250000, G:0.250000, B:0.250000, A:1.000000, | R:0.400000, G:0.400000, B:0.400000, A:1.000000, | R:0.774597, G:0.774597, B:0.774597, A:1.000000, | 76.800003, |
| 金 | R:0.247250, G:0.199500, 0.074500, A:1.000000, | R:0.751640, G:0.606480, 0.226480, A:1.000000, | R:0.628281, G:0.555802, B:0.366065, A:1.000000, | 51.200001, |
| 翡翠 | R:0.021500, G:0.174500, B:0.021500, A:0.550000, | R:0.075680, G:0.614240, B:0.075680, A:0.550000, | R:0.633000, G:0.727811, B:0.633000, A:0.550000, | 76.800003, |
| 黑曜石 | R:0.053750, G:0.050000, B:0.066250, A:0.820000, | R:0.182750, G:0.170000, B:0.225250, A:0.820000, | R:0.332741, G:0.328634, B:0.346435, A:0.820000, | 38.400002, |
| 珍珠 | R:0.250000, G:0.207250, B:0.207250, A:0.922000, | R:1.000000, G:0.829000, B:0.829000, A:0.922000, | R:0.296648, G:0.296648, B:0.296648, A:0.922000, | 11.264000, |
| 红宝石 | R:0.174500, G:0.011750, B:0.011750, A:0.550000, | R:0.614240, G:0.041360, B:0.041360, A:0.550000, | R:0.727811, G:0.626959, B:0.626959, A:0.550000, | 76.800003, |

3.4 三维模型投影系统结果

本文的三维模型的投影系统采用OpenGL和OpenCV为几何造型平台，采用ImGui为UI界面，使用C++语言编写。实现了一个简易渲染器，主要的功能有：读取和现实模型；旋转，缩放，移动模型；对模型添加不同的光照效果(平行光，点光源，聚光灯)；不同的材质效果；三维模型的投影。**该渲染器的框架界面如图所。用户步骤包括如下几步：**

步骤1.选择需要渲染的三维模型。

步骤2.使用鼠标来旋转，缩放，移动三维模型。

步骤3.调节光照效果，可选择平行光，点光源，聚光灯，可以分别调整这些光的环境光，漫反射光和镜面反射光。

步骤4.调节三维模型的材质。

步骤5.按下键盘’a’和’s’ 以固定水平面60度来旋转三维模型。

步骤6.按下保存按钮，保存该模型的一张二维视图。

步骤7.按下自动截图按钮，批量处理三维模型，以获取不同三维模型的二维视图集。

3.5 草图预处理

3.6 本章小节