

# 实验 3：Pipeline and Shading

---

## 要求：

- 独立完成
  - 在截止时间之前提交
- 

## 1 总览

在这次编程任务中，我们会进一步模拟现代图形技术。我们在代码中添加了 Object Loader(用于加载三维模型), Vertex Shader 与 Fragment Shader， 并且支持了纹理映射。

而在本次实验中，你需要完成的任务是：

1. 修改函数 `rasterize_triangle(const Triangle& t)` in `rasterizer.cpp`: 在此处实现与实验 2 类似的插值算法，实现法向量、颜色、纹理颜色的插值。
2. 修改函数 `get_projection_matrix()` in `main.cpp`: 将你自己在之前的实验中实现的投影矩阵填到此处，此时你可以运行 `./Rasterizer output.png normal` 来观察法向量实现结果。
3. 修改函数 `phong_fragment_shader()` in `main.cpp`: 实现 Blinn-Phong 模型计算 Fragment Color.
4. 修改函数 `texture_fragment_shader()` in `main.cpp`: 在实现 Blinn-

**Phong** 的基础上，将纹理颜色视为公式中的  $kd$ ，实现 Texture Shading Fragment Shader.

5. 修改函数 `bump_fragment_shader()` in `main.cpp`: 在实现 **Blinn-Phong** 的基础上，仔细阅读该函数中的注释，实现 Bump mapping.

6. 修改函数 `displacement_fragment_shader()` in `main.cpp`: 在实现 **Bump mapping** 的基础上，实现 displacement mapping.

下载代码框架并编译成功后，会生成命名为 Rasterizer 的可执行文件。使用该可执行文件时，你传入的第二个参数将会是生成的图片文件名，而第三个参数可以是如下内容：

- **texture**: 使用代码中的 **texture** shader.

使用举例: ./Rasterizer output.png **texture**

- **normal**: 使用代码中的 **normal** shader.

使用举例: ./Rasterizer output.png **normal**

- **phong**: 使用代码中的 **blinn-phong** shader.

使用举例: ./Rasterizer output.png **phong**

- **bump**: 使用代码中的 **bump** shader.

使用举例: ./Rasterizer output.png **bump**

- **displacement**: 使用代码中的 **displacement** shader.

使用举例: ./Rasterizer output.png **displacement**

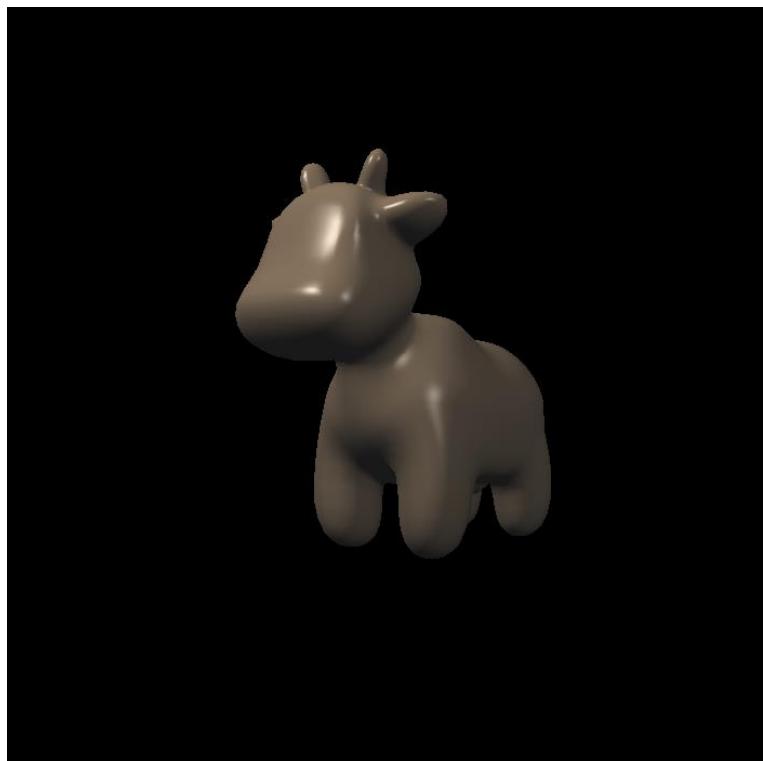
请注意当你修改代码之后，你需要重新 make 才能看到新的结果。

在你按照上述说明将上次实验的代码复制到对应位置，并作出相

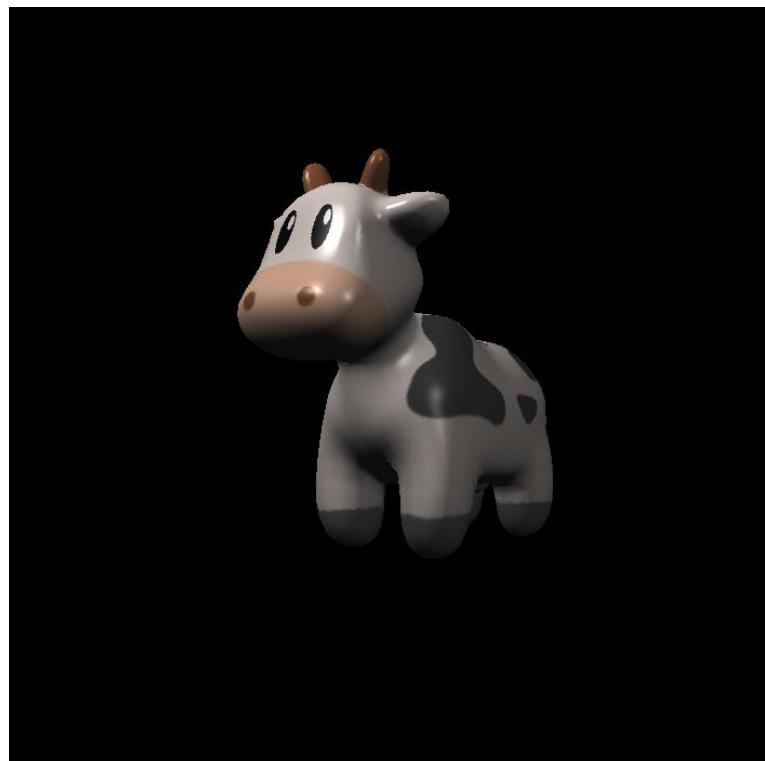
应修改之后（请务必认真阅读说明），你就可以运行默认的 normal shader 并观察到如下结果：



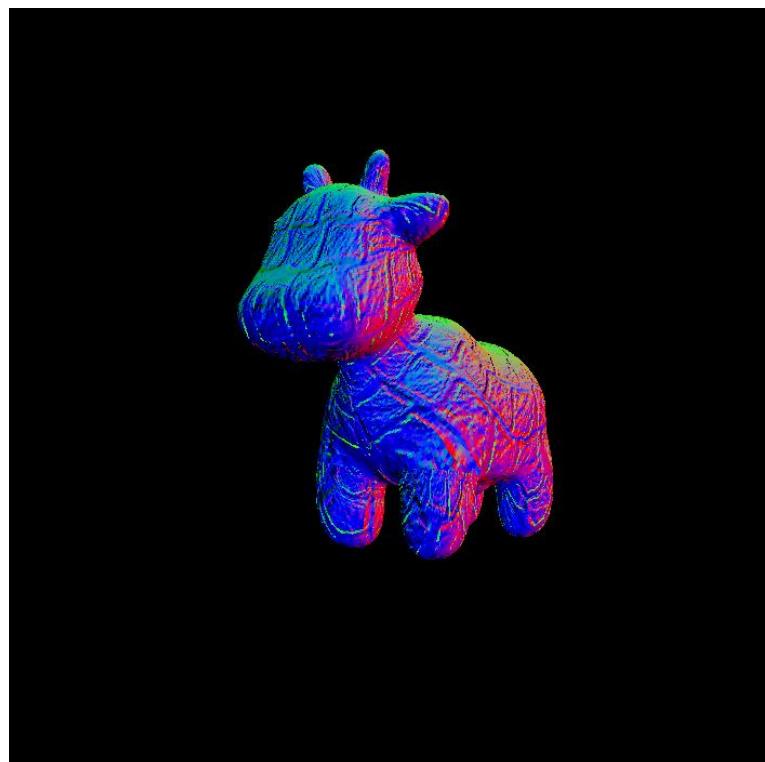
实现 Blinn-Phong 反射模型之后的结果应该是：



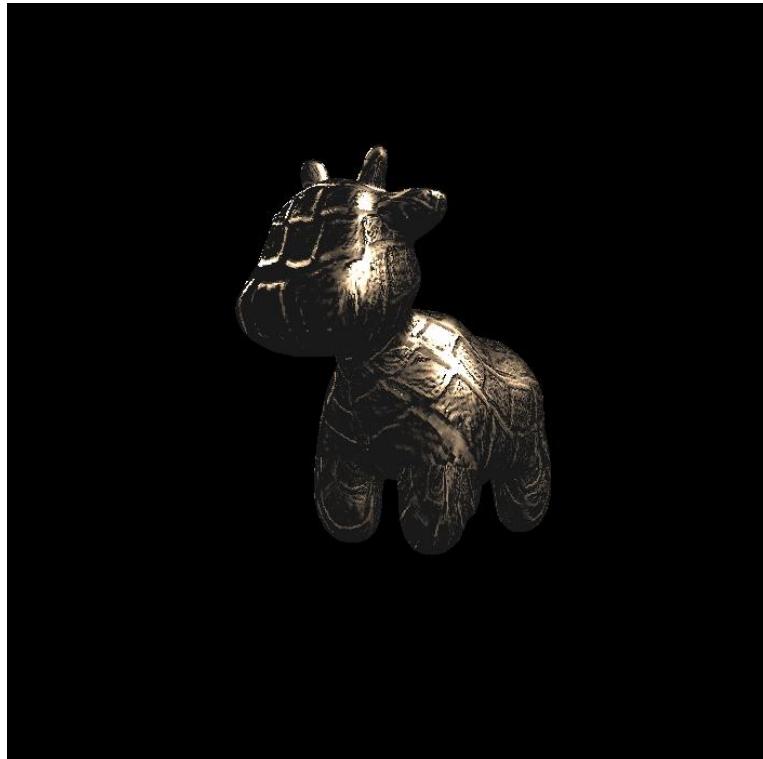
实现纹理之后的结果应该是：



实现 Bump Mapping 后，你将看到可视化的凹凸向量：



实现 Displacement Mapping 后，你将看到如下结果：



## 2 代码框架

相比上次实验，我们对框架进行了如下修改：

1. 我们引入了一个第三方.obj 文件加载库来读取更加复杂的模型文件，这部分库文件在 OBJ\_Loader.h file. 你无需详细了解它的工作原理，只需知道这个库将会传递给我们一个被命名被 TriangleList 的 Vector，其中每个三角形都有对应的点法向量与纹理坐标。此外，与模型相关的纹理也将被一同加载。**注意：如果你想尝试加载其他模型，你目前只能手动修改模型路径。**
2. 我们引入了一个新的 Texture 类以从图片生成纹理，并且提供了查找纹理颜色的接口：Vector3f getColor(float u, float v)。
3. 我们创建了 Shader.hpp 头文件并定义了 fragment\_shader\_payload，其中包括了 Fragment Shader 可能用到的参数。目前 main.cpp 中有五个 Fragment Shader，其中 normal\_fragment\_shader 是按照法

向量上色的样例 Shader，其余四个将由你来实现。

4. 主渲染流水线开始于 `rasterizer::draw(std::vector<Triangle> &TriangleList)`。我们再次进行一系列变换，这些变换一般由 Vertex Shader 完成。在此之后，我们调用函数 `rasterize_triangle`。

5. `rasterize_triangle` 函数与你在实验 2 中实现的内容相似。不同之处在于被设定的数值将不再是常数，而是按照 Barycentric Coordinates 对法向量、颜色、纹理颜色与底纹颜色 (Shading Colors) 进行插值。回忆我们上次为了计算 z value 而提供的 [alpha, beta, gamma]，这次你将需要将其应用在其他参数的插值上。你需要做的是计算插值后的颜色，并将 Fragment Shader 计算得到的颜色写入 framebuffer，这要求你首先使用插值得到的结果设置 `fragment_shader_payload`，并调用 `fragment_shader` 得到计算结果。

### 3 提高项

尝试更多模型：找到其他可用的.obj 文件，提交渲染结果并把模型保存在 /models 目录下。这些模型也应该包含 Vertex Normal 信息。

双线性纹理插值：使用双线性插值进行纹理采样，在 Texture 类中实现一个新方法 `Vector3f getColorBilinear(float u, float v)` 并通过 fragment shader 调用它。为了使双线性插值的效果更加明显，你应该考虑选择更小的纹理图。请同时提交纹理插值与双线性纹理插值的结果，并进行比较。