# My Dream Car

## 3200105085 丛箫言

## 11.27 作业要求

1. Program using 2 modeling techniques in class to build the shape of  the dream car
2. Compare the strengths and weaknesses of the techniques you use
3. Render your car in the same viewer as in the solar system assignment

## 12.4 作业要求

1. Add simple diffuse + specular (Phong or Cook-Torrance) models in your existing solar system
2. The sun is treated as a single, distant point light source

## 相关部分GitHub链接

1. 太阳系 https://github.com/xy-cong/SolarSystem
2. My Dream Car https://github.com/xy-cong/MyCar
3. Solarsystem_DreamCar https://github.com/xy-cong/Solarsystem_Dreamcar

## 作业内容

1. 使用 **Polygonal Mesh** 和 **3D-Bezier Surface** 两种基本建模方法构建Dream Car

   利用 .obj 文件给定相关物体vertex和surface信息

   1. **Polygonal Mesh：**

      - .obj 文件提供 v, vn, vt, f 四类信息

      - ```
        #v
        v 0.506094 0.045250 -1.798817
        v 0.471644 0.058068 -1.755149
        v 0.428828 0.018090 -1.871082
        v 0.473735 0.035180 -1.812524

        #vn
        vn -0.387215 0.844937 0.368981
        vn -0.237494 0.749655 -0.617749
        vn -0.038075 0.522142 0.852008
        vn -0.042688 0.481185 0.875579

        #vt
        vt 0.593756 0.014001
        vt 0.590443 0.019189
        vt 0.572267 0.013866
        vt 0.589488 0.020228

        #f
        f 253/1/1 226/2/2 252/3/3
        f 228/4/4 227/5/4 226/2/2
        f 253/1/1 233/6/5 234/2/6
        f 235/4/7 234/2/6 233/6/5
        ```
        ```

- v : List of geometric vertices, with (x,y,z[,w]) coordinates, w is optional and defaults to 1.0.
- vn : List of vertex normals in (x,y,z) form; normals might not be unit vectors.
- vt : List of texture coordinates, in (u, v [,w]) coordinates, these will vary between 0 and 1, w is optional and defaults to 0.
- f : Polygonal face element
  - f的信息可以有多种组合：
    - f: v1, v2, v3
    - f: v1/vn1, v2/vn2, v3/vn3
    - f: v1/vt1/vn1, v2/vt2/vn2, v3/vt3/vn3

- 本次作业中仅使用vertex信息和vertex组合的f信息即完成了polygonal mesh的绘制
  - ```
    glBegin(GL_TRIANGLES);
    # in Loop:
        glNormal3f(VN[0], VN[1], VN[2]);//绘制法向量

        glVertex3f(SV1[0], SV1[1], SV1[2]);//绘制三角面片
        glVertex3f(SV2[0], SV2[1], SV2[2]);
        glVertex3f(SV3[0], SV3[1], SV3[2]);
    glEnd();
    ```

2. **3D-Bezier Surface**
   1. 利用 .obj 文件给定相关Bezier Surface的控制点，本作业中以 4*4=16 个控制点为例。
      1. ```
         v -0.330351 0.665978 0
         v -0.125420 0.665978 0
         v 0.133710 0.665978 0
         v 0.321758 0.665978 0
         ```
   2. 通过 glMapGrid2f 函数生成控制点控制下的Bezier Surface需要的Grid

      ```
      void Bezier_Obj_Loader::init(){
          glMap2f(GL_MAP2_VERTEX_3, 0, 1, 3, 4, 0, 1, 12, 4,
      &ctrlPoints[0][0][0]);
          glEnable(GL_MAP2_VERTEX_3);
          glMapGrid2f(20, 0.0, 1.0, 20, 0.0, 1.0);
          glDepthFunc(GL_LESS);
          glEnable(GL_DEPTH_TEST);
          glEnable(GL_AUTO_NORMAL);
          glEnable(GL_NORMALIZE);
      }
      ```

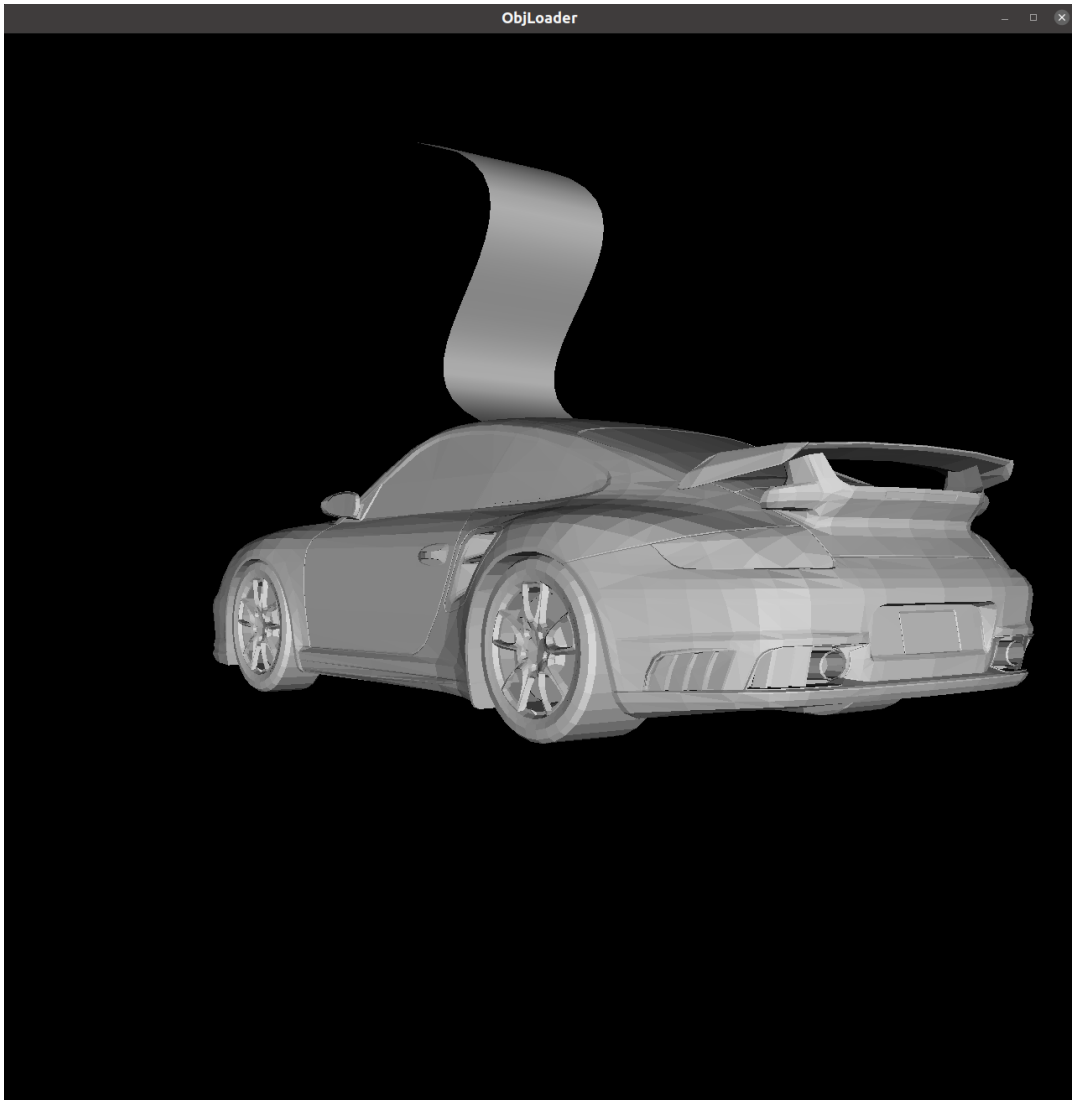
   3. 通过 glEvalMesh2 函数绘制控制点控制下的Bezier Surface

```
void Bezier_Obj_Loader::Draw(){
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0);
    glPushMatrix();
    glEvalMesh2(GL_FILL, 0, 20, 0, 20);
    glPopMatrix();
    glutSwapBuffers();
}
```

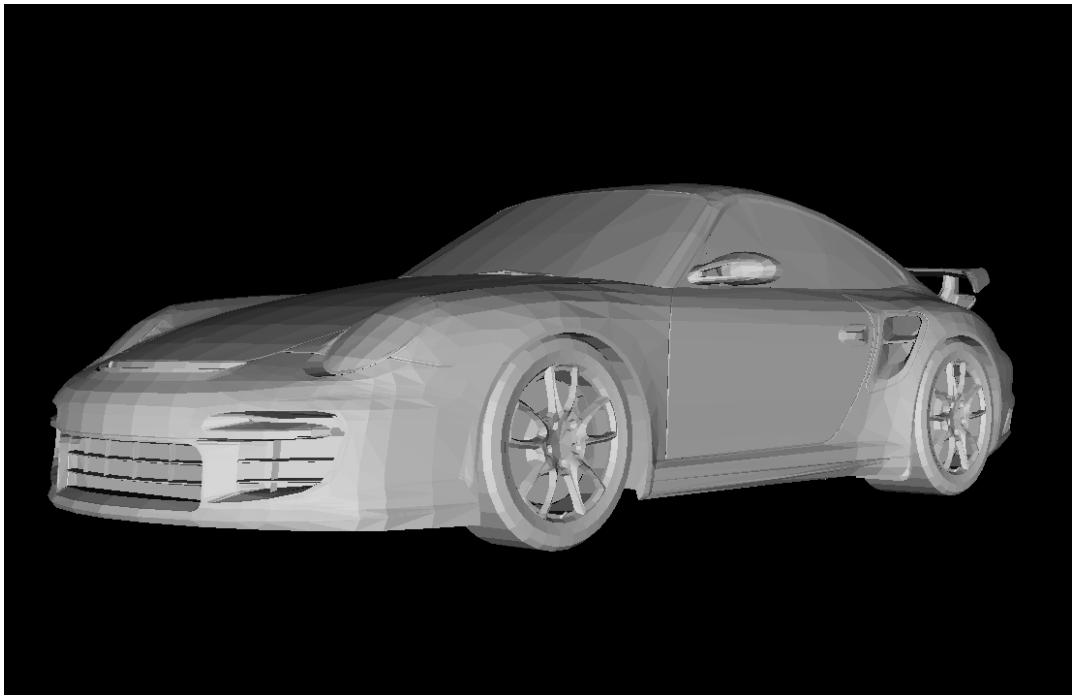
2. **Dream Car 效果展示**

   Dream Car车体使用Polygonal Mesh建模，车顶上方使用Bezier Surface生成一面旗。

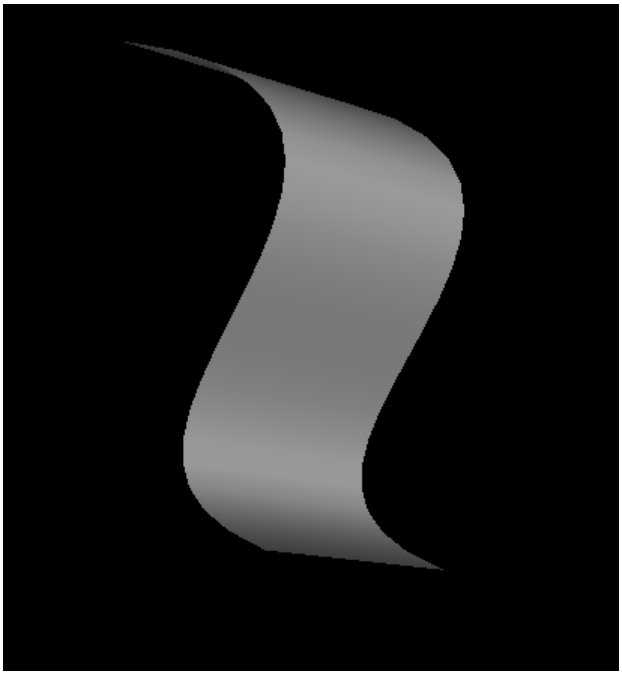
   1. **整体效果图**




   2. **Polygonal Mesh 车体细节**



3. **Bezier Surface 车顶细节**

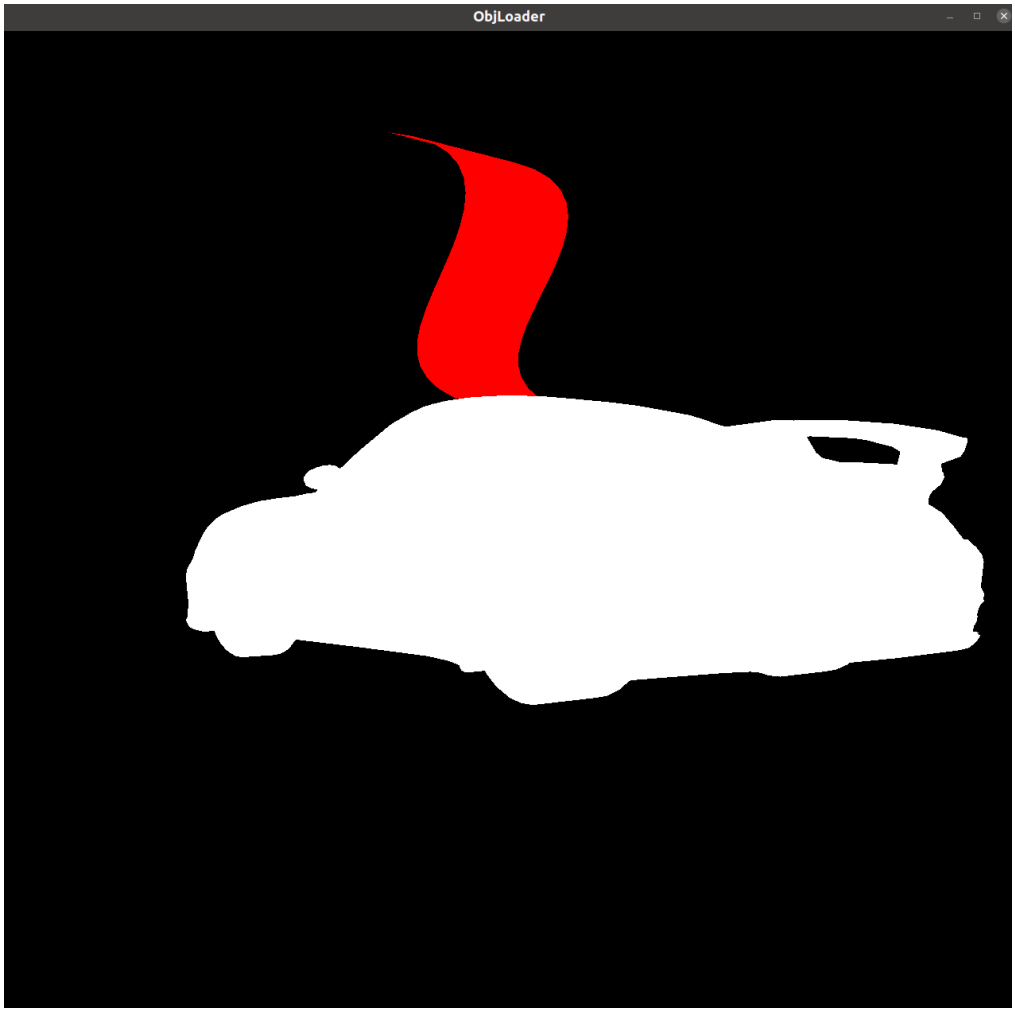


4. **需要特别注意的是，为了更方便、更清晰地展现表面建模效果，加入了点光源**

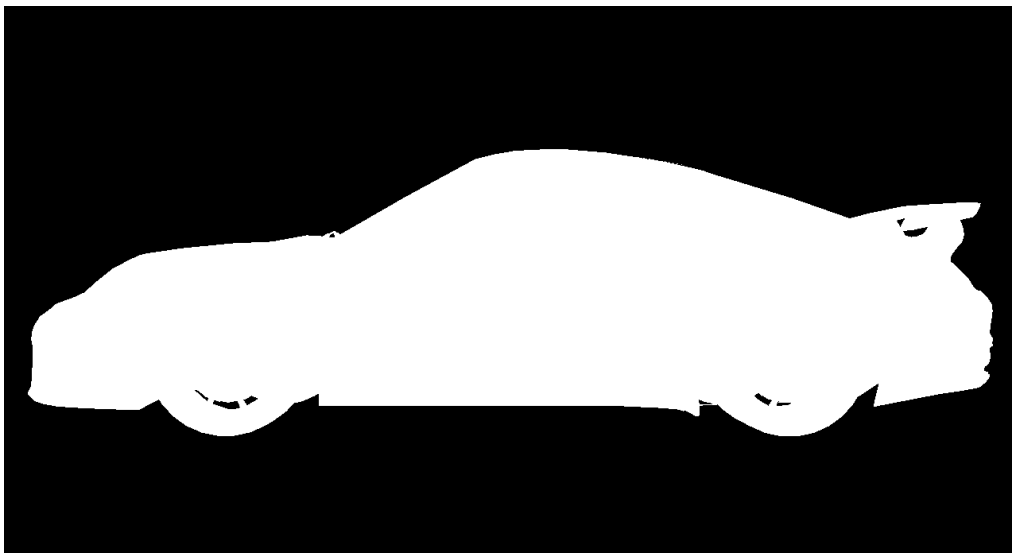
```
//安置光源
void setLightRes() {
    GLfloat lightPosition[] = { 0.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f };
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, lightPosition);
    glEnable(GL_LIGHTING); //启用光源
    glEnable(GL_LIGHT0);   //使用指定灯光
}
```

如果不使用该点光源，Dream Car 整体和局部的呈现效果如下

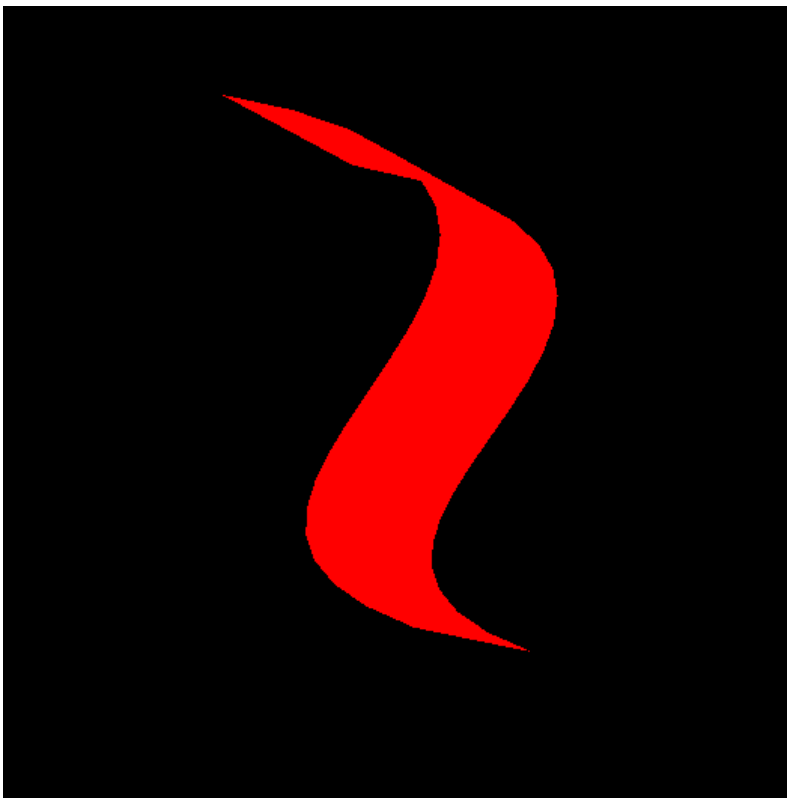
1. **整体效果图**




2. **Polygonal Mesh 细节**



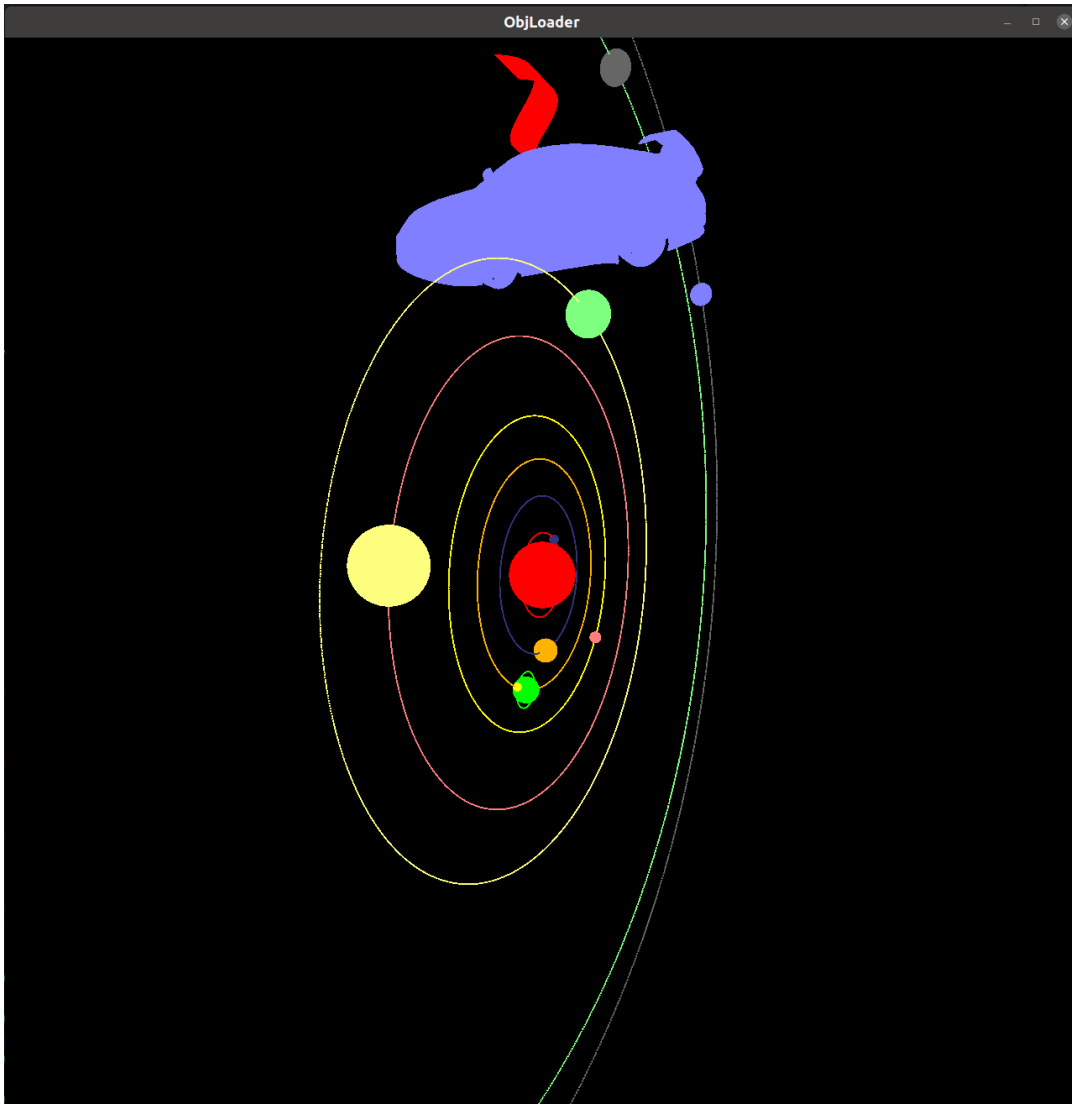
3. **Bezier Surface 细节**



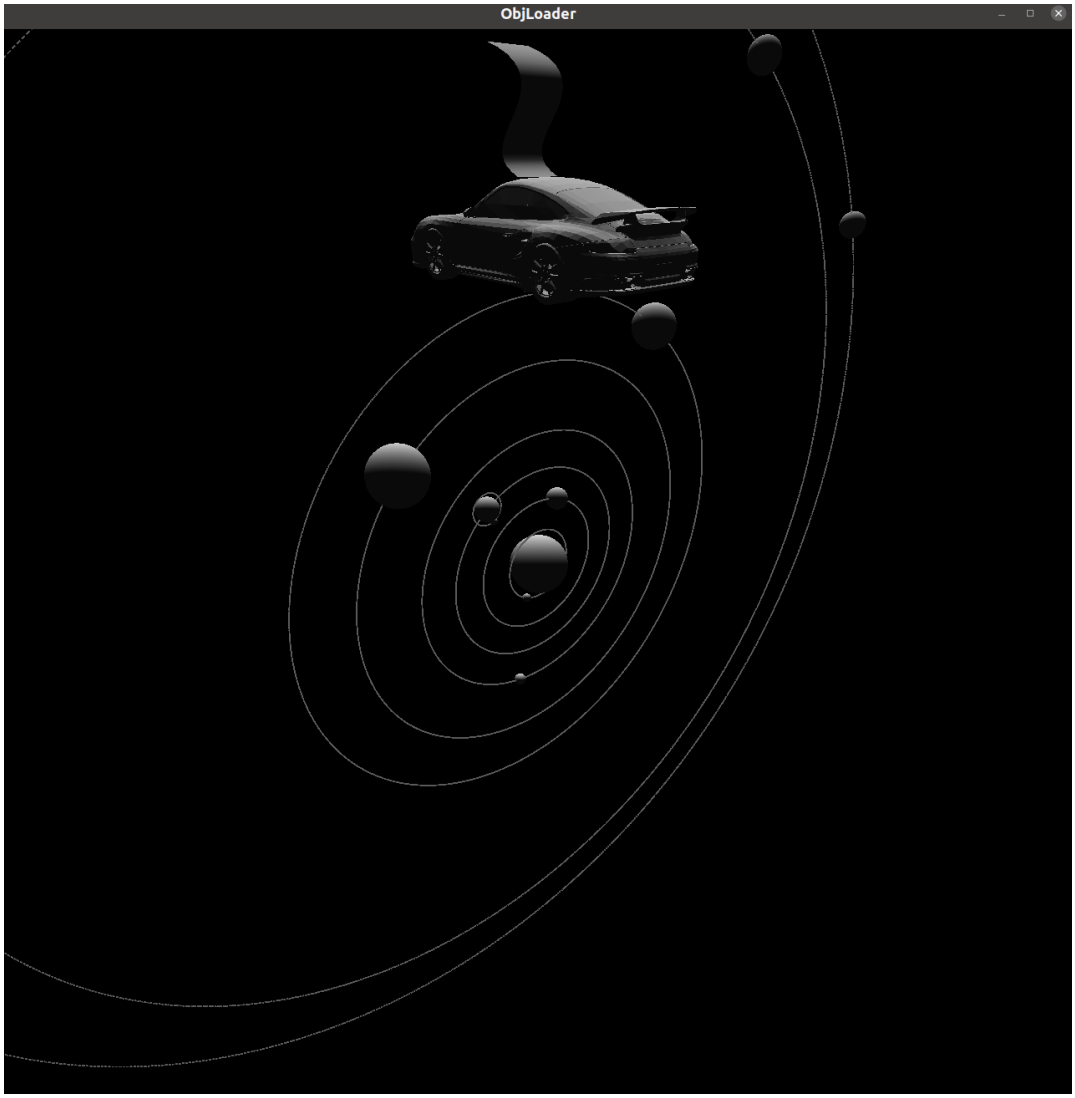
3. **至此，完成了两种建模方法对Dream Car进行表面建模实现。**
4. **比较两种建模方法的优劣：**
    1. Polygonal Mesh :
        1. Strength：以三角面片为代表的Polygonal Mesh具有很强的表面表示能力，通过足够多的三角面片组合可以拟合得到任意需要建模的表面，同时建模较为简单、直接，物理意义明确，也非常容易处理，利用给定的顶点信息即可确定出平面，同时给定了法向量后也可以更好的建模光影效果。几乎是图形学中最为常见的几何建模方法。
        2. Weakness：Polygonal Mesh的问题也很明确，面和面之间不光滑，有突变，而真实世界中的很多事务要求点点光滑，这时候三角面片就不能很好的建模出真实世界，除此之外，对于几何结构非常复杂的物体，如果想要高精度地近似建模真实集合，需要存储大量的点、面、纹理坐标等信息，.obj文件的存储开销较大。
    2. Bezier Surface :

        **任意阶数的贝塞尔曲线在时间t时的位置是由伯恩斯坦多项式作为系数对给定的控制点的加权**，同样，曲面则是通过给定二维控制信息u,v，做二维Bezier曲线并扩展到三维。核心思路是**de Castelijau算法**：对每个时间t，(n-1)次递归找控制点连接线的t分段位置点，n是控制点数量。最后可以总结为多项式（伯恩斯坦多项式）加权组合形式：

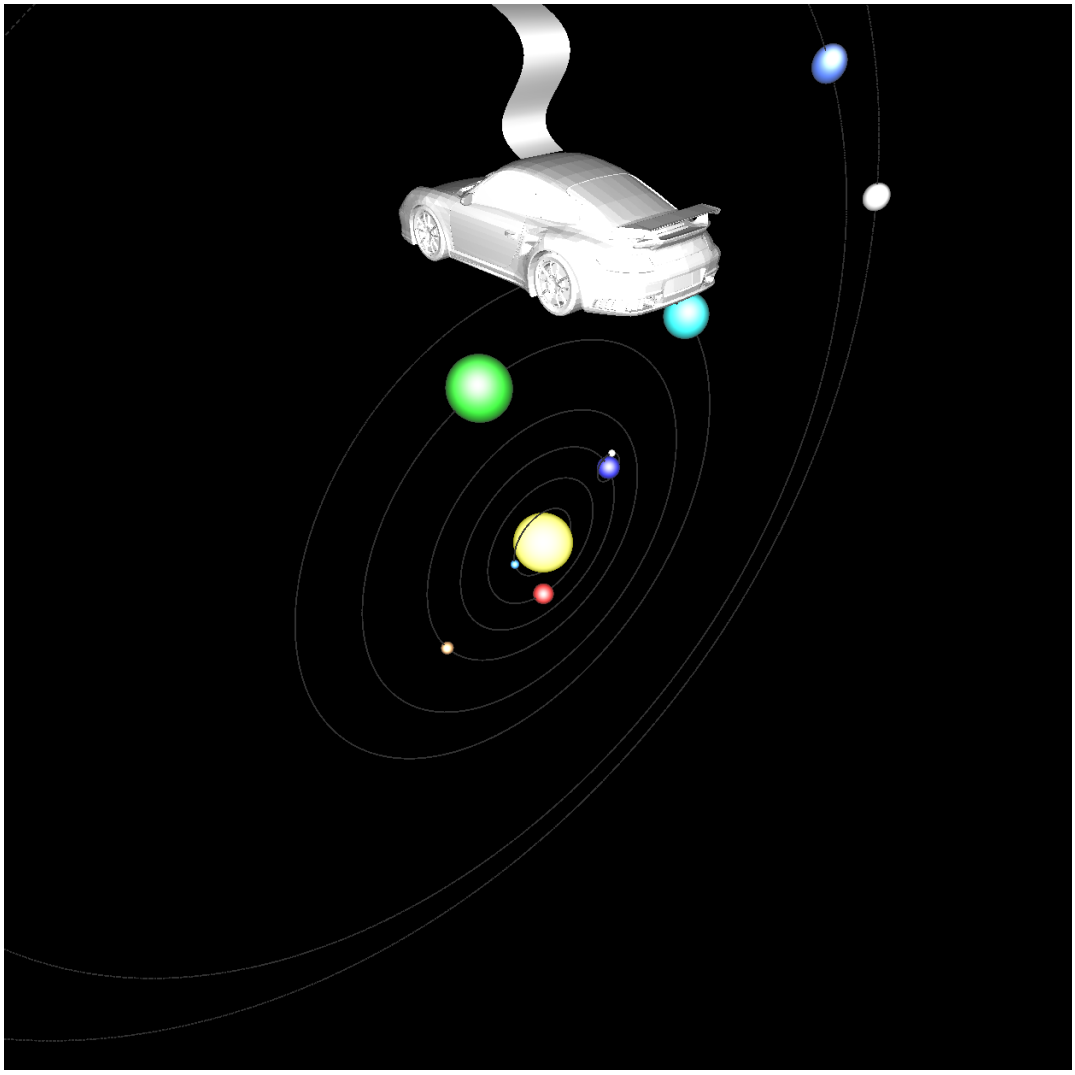
        1. Strength：基于Bezier曲线，可以实现生成的曲面点点光滑，有非常多有用的性质，比如曲线的、曲面的affine transformation可以转化为控制点的affine transformation，且拥有凸包性质，拥有更好、更精细、更平滑的表示能力。
        2. 问题是：由于曲面中的每一个点由de Castelijau算法递归计算得到，表面生成的时间开销较大，且受控制点影响较明显，当用太多的点去控制生成Bezier曲线的时候，曲线会趋向于直线，即综合太多控制点信息会导致一些特征的控制信息丢失（所以一般会采用三点控制生成一条Bezier曲线）。
        3. 同时，由于Bezier曲面是由一组控制点生成，当对某几个控制点的局部表面做修改的时候，必然会影响到其他表面信息。
5. **将Dream Car放入之前作业生成的太阳系中：**
    - 太阳系+Dream Car —— 未开光源：



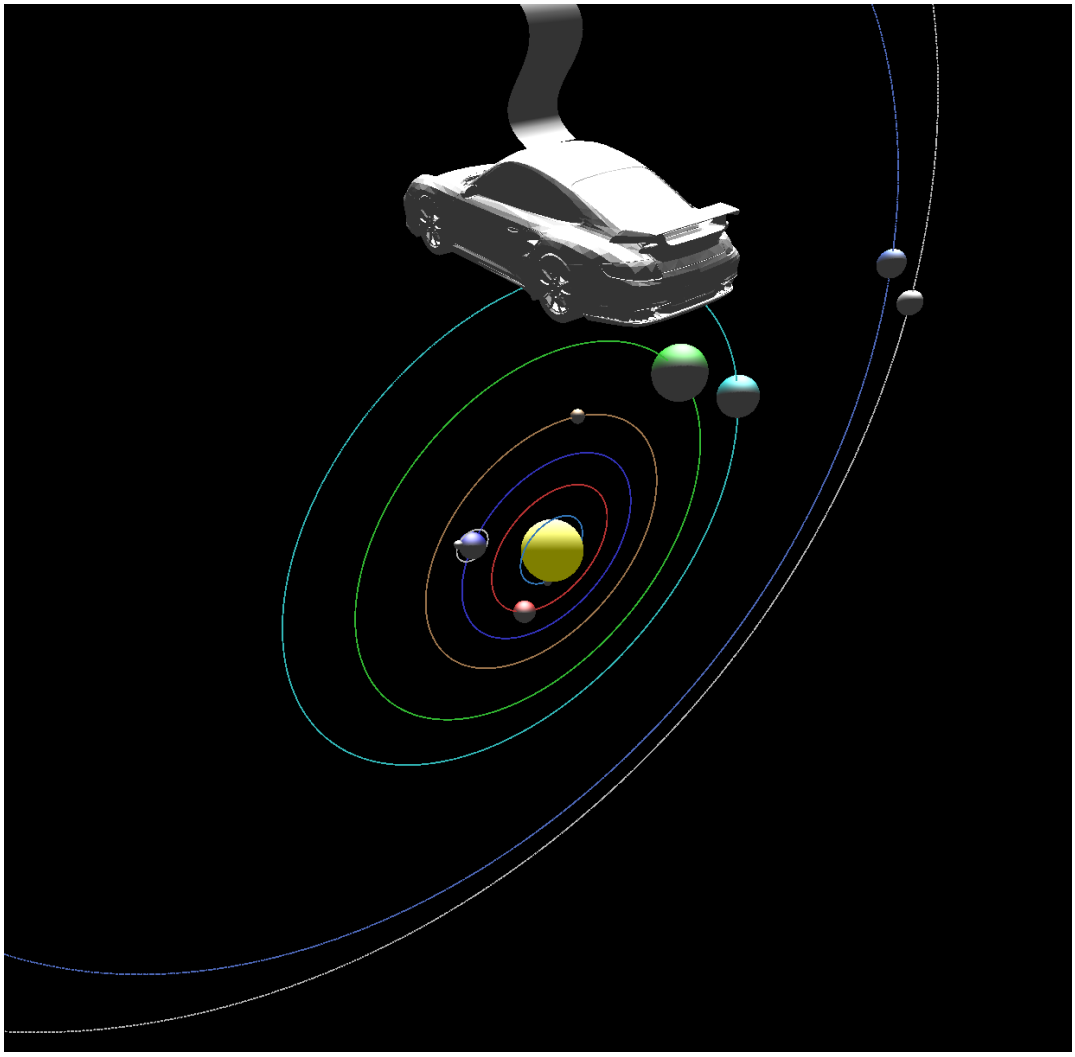

- 太阳系+Dream Car —— 打开光源：




6. 有无光照的分析同上Dream Car部分，为了表示清楚集合表面重建信息，最好引入光源。
7. 本系统依然支持原来太阳系的所有功能，详见 https://github.com/xy-cong/SolarSystem
8. **引入Diffuse & Specular models**，并设置**点光源**
    1. 当点光源位于太阳：`GLfloat sun_light_position[] = { 0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f };` 此时四元组的w设置为1.0表示为该光源为定点光源，位于(0,0, 0.0, 0.0)，但会随着观察方向改变而改变。



2. 当点光源位于整个太阳系上方：`GLfloat sun_light_position[] = { 0.0f, 100.0f, 0.0f, 0.0f };`



3. 可以发现，二者有很大的区别，可以明显地感知到光源位置的变化。
4. 同时，对每个星球都设置了漫反射和镜面反射，镜面反射均设置为白色， 而漫反射则定义了不同的颜色，即图中所展示的不同星球所展现出来的直观的颜色。

```
// 以定义太阳的光照属性为例
GLfloat sun_mat_ambient[]  = {0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f};  //定义材质的环境光颜色
GLfloat sun_mat_diffuse[]  = {1.0f, 1.0f, 1.0f, 1.0f};  //定义材质的漫反射光颜色
GLfloat sun_mat_specular[] = {0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f};  //定义材质的镜面反射光颜色
GLfloat sun_mat_emission[] = {0.5f, 0.5f, 0.0f, 1.0f};  //定义材质的辐射广颜色
GLfloat sun_mat_shininess = 0.0f;
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, sun_mat_ambient);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, sun_mat_diffuse);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, sun_mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, sun_mat_emission);
glMaterialf(GL_FRONT, GL_SHININESS, sun_mat_shininess);
```

```
// 以定义水星的光照属性为例
GLfloat earth_mat_ambient[] = { 1.0f, 1.0f, 1.0f, 1.0f };
GLfloat earth_mat_diffuse[] = { 0.0f, 0.5f, 1.0f, 1.0f };
GLfloat earth_mat_specular[] = { 0.8f, 0.8f, 0.8f, 0.2f };
GLfloat earth_mat_emission[] = { 0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f };
GLfloat earth_mat_shininess = 5.0f;
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, earth_mat_ambient);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, earth_mat_diffuse);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, earth_mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, earth_mat_emission);
glMaterialf(GL_FRONT, GL_SHININESS, earth_mat_shininess);
```

## 使用方法

```
git clone https://github.com/xy-cong/Solarsystem_Dreamcar.git
make
./solarsystem_DreamCar
```