0809702001（虚拟现实）实验三 光照与材质

主题： 利用 VC 集成开发环境，实现利用 OpenGL 编写绘制具有真实感效果的图形方法，包括如何添加光源、设置颜色、材质属性等方法。实验报告和程序压缩代码请于上机一周内上传到腾讯课堂作业内（截止时间为：）。

准备：

- 打开您的 VSStudio 并且设置好您的工作目录；
- 下载 OpenGL 安装包所需文件（http://d.download.csdn.net/down/2560229/ssagnn23），主要包括 GL.H GLAUX.H GLU.H glut.h
  GLAUX.LIB GLU32.LIB glut32.lib glut.lib OPENGL32.LIB
  glaux.dll glu32.dll glut32.dll glut.dll opengl32.dll
- 复制并配置 OpenGL 库函数到制定的目录，检查复制后是否文件已经存在于指定目录下
- 在 VSStudio 中建立一个空类型的项目，项目名为 Excer3_LM。其下有四个子任务：

---Excer3_LM
- **--Excer3_triangle.cpp**
- **--Excer3_ depth.cpp**
- **--Excer3_Movelight.cpp**
- **--Excer3_material.cpp**

任务1：使用光滑着色模式绘制三角形的应用源程序，源程序名**Excer3_triangle.cpp**
注意：主要应用的函数为：
glBegin glColor3f () glVertex2f () glEnd() glShadeModel()

- 在Excer3_LM中添加**C++ File(.cpp)文件，文件名为Excer3_triangle.cpp**
- **在Excer3_triangle.cpp中添加代码，实现光滑着色模式绘制一个三角形的功能。**
- **部分代码如下，请于高亮黄色部分添加必要的源代码。**

```
#include <GL/glut.h>
#include <stdlib.h>

void init(void)
{
    glClearColor (0.0, 0.0, 0.0, 0.0);
/*添加代码，设置光滑找色模式*/
      glShadeModel (GL_SMOOTH);
}
/*添加 triangle(void)函数的代码，主要绘制一个三角形，为三个顶点设置颜色
void triangle(void)
{
      glBegin (GL_TRIANGLES);
      glColor3f (1.0, 0.0, 0.0);
     glVertex2f (5.0, 5.0);
```

```
    glColor3f (0.0, 1.0, 0.0);
    glVertex2f (25.0, 5.0);
    glColor3f (0.0, 0.0, 1.0);
    glVertex2f (5.0, 25.0);
    glEnd();
}

void display(void)
{
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    triangle ();
    glFlush ();
}

void reshape (int w, int h)
{
    glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
    glMatrixMode (GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity ();
    if (w <= h)
        gluOrtho2D (0.0, 30.0, 0.0, 30.0 * (GLfloat) h/(GLfloat) w);
    else
        gluOrtho2D (0.0, 30.0 * (GLfloat) w/(GLfloat) h, 0.0, 30.0);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
}

void keyboard(unsigned char key, int x, int y)
{
    switch (key) {
        case 27:
            exit(0);
            break;
    }
}

int main(int argc, char** argv)
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode (GLUT_SINGLE | GLUT_RGB);
    glutInitWindowSize (500, 500);
    glutInitWindowPosition (100, 100);
    glutCreateWindow (argv[0]);
    init ();
    glutDisplayFunc(display);
```

```
    glutReshapeFunc(reshape);
    glutKeyboardFunc (keyboard);
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

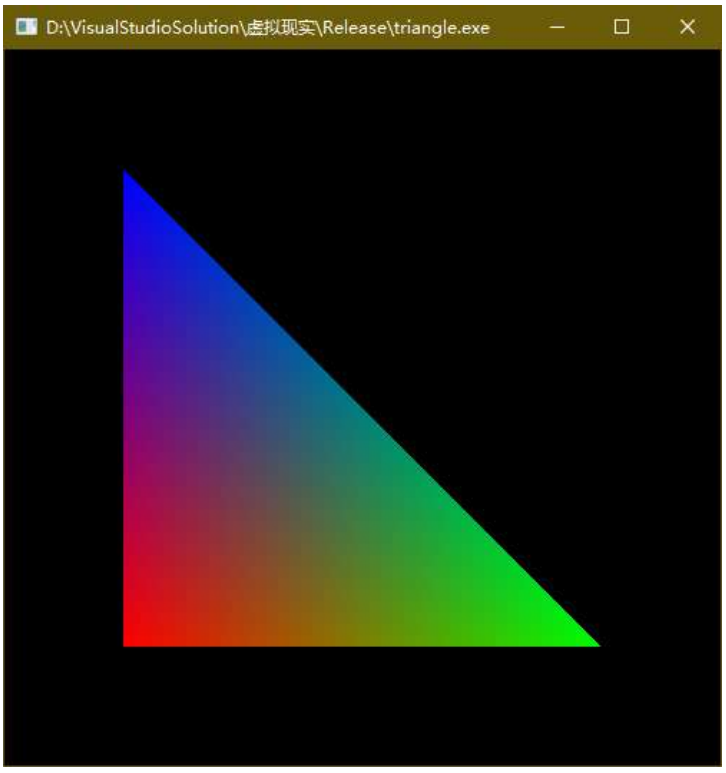
✧ 请解释添加代码段的含义？

glShadeModel (GL_SMOOTH);设定对两点之间的颜色进行插值；
glBegin (GL_TRIANGLES)开始绘制三角形，每三个点作为一个独立的三角形；
glEnd 结束绘制；
glColor3f 设定绘制颜色；
glVertex2f 设置顶点坐标。

✧ 请解释 Task1 中所用函数的使用规则和参数设置的含义？

glShadeModel 设定着色模式，参数 GL_SMOOTH 对顶点之间线段或区域的颜色进行插值，GL_FLAT 使用顶点颜色来对顶点之间的区域、线段进行着色。
glBegin 开始绘制图形，GL_TRIANGLES 将以下每三个顶点作为一个三角形。

✧ 运行程序后，利用图，表，分析的形式记录所有结果，并基于它们做一个简单的解释。



任务 2：建立一个绘制两个三角形，查看启用和不启用深度缓存的效果，源程序名为 **Excer3_ depth.cpp**

主要应用的函数为：

glEnable(GL_DEPTH_TEST)　glDisable ()　glRectf()　glPolygonStipple()

- 在Excer3_LM中添加**C++ File(.cpp)文件，文件名为Excer3_ depth.cpp**
- **在Excer3_ depth.cpp中添加代码，实现绘制两个三角形，并启用和不启用深度缓存，**

分析结果功能。

- 部分代码如下，请于高亮黄色部分补齐必要的源代码。

```
#include <GL/glut.h>
#include <stdlib.h>
void display(void)
{
    glClearColor(0.0f,0.0f,0.0f,0.0f);
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT );
      glClearDepth(1.0);
      glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    //绘制一个红色三角形，z轴位置为-1.0f
    glColor3f (1.0, 0.0, 0.0);
    glBegin(GL_POLYGON);
        glVertex3f(-0.5f, -0.3f,-1.0f);
        glVertex3f(0.5f, -0.3f,-1.0f);
        glVertex3f(0.0f, 0.4f,-1.0f);
    glEnd();
    //绘制一个蓝色的倒立三角形，z轴位置为-2.0f
    glColor3f (0.0, 0.0, 1.0);
    glBegin(GL_POLYGON);
        glVertex3f(-0.5f, 0.3f,-2.0f);
        glVertex3f(0.0f, -0.4f,-2.0f);
        glVertex3f(0.5f, 0.3f,-2.0f);
    glEnd();
    glFlush ();
}
void reshape (int w, int h)
{
   glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
   glMatrixMode (GL_PROJECTION);
   glLoadIdentity ();
   glOrtho(-1.0, 1.0, -1.0, 1.0,0.0, 10.0);
}

//main()函数中添加代码，是否启用深度测试
int main(int argc, char** argv)
{
   glutInit(&argc, argv);
   glutInitDisplayMode (GLUT_SINGLE | GLUT_RGB| GLUT_DEPTH);
   glutInitWindowSize (400, 400);
   glutInitWindowPosition (100, 100);
   glutCreateWindow (argv[0]);
      glEnable(GL_DEPTH_TEST) ;//启用深度测试
```

```
    glutDisplayFunc(display);
    glutReshapeFunc(reshape);
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

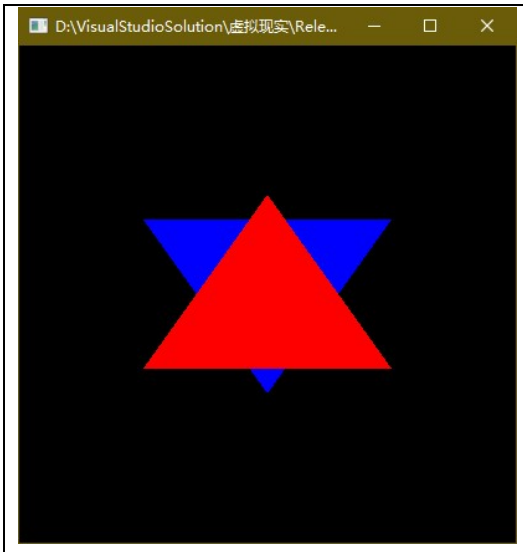
✧ 请解释添加代码段的含义？

glClearDepth(1.0); 清除深度缓存时使用的深度值；
glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT); 清除缓存区，GL_COLOR_BUFFER_BIT 颜色缓冲，GL_DEPTH_BUFFER_BIT 深度缓冲；
glEnable(GL_DEPTH_TEST)启用深度测试。

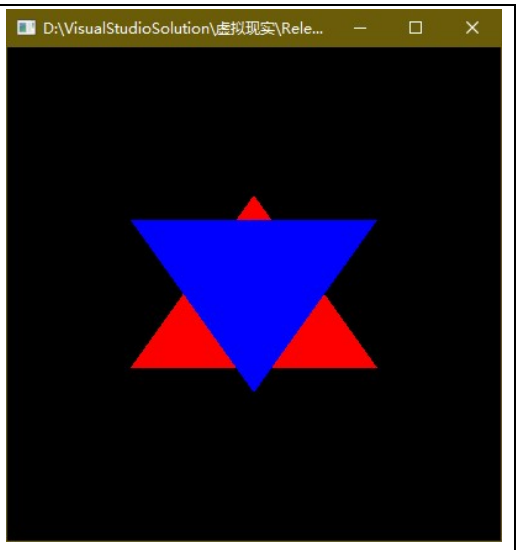
✧ glutInitDisplayMode (GLUT_SINGLE | GLUT_RGB| GLUT_DEPTH);此函数中 GLUT_DEPTH 参数的含义是什么？如果不设置此函数，有什么结果？

GLUT_DEPTH 指定显示模式使用深度缓冲区
不设置此函数，无法使用深度测试等。

✧ 完整运行 **Excer3_ depth.cpp** 你可以得到什么样的结果，辅助以流程图加以描述？

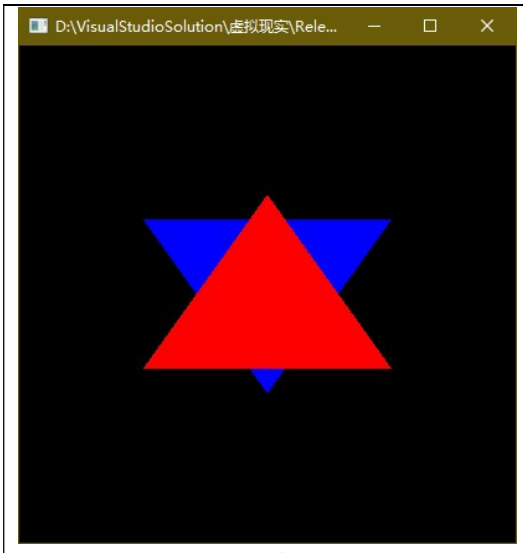


启用深度测试

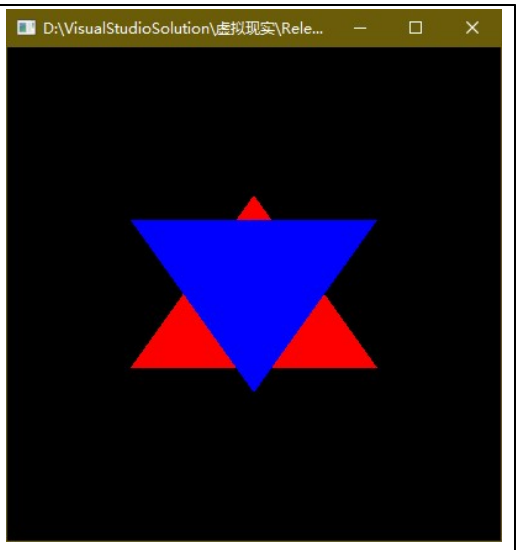


不启用深度测试

✧ 请启用深度缓存测试，获得什么样的结果？请不启用深度缓存测试，获得什么样的结果？请总结这样的结果得到怎么样的启示？



启用深度测试

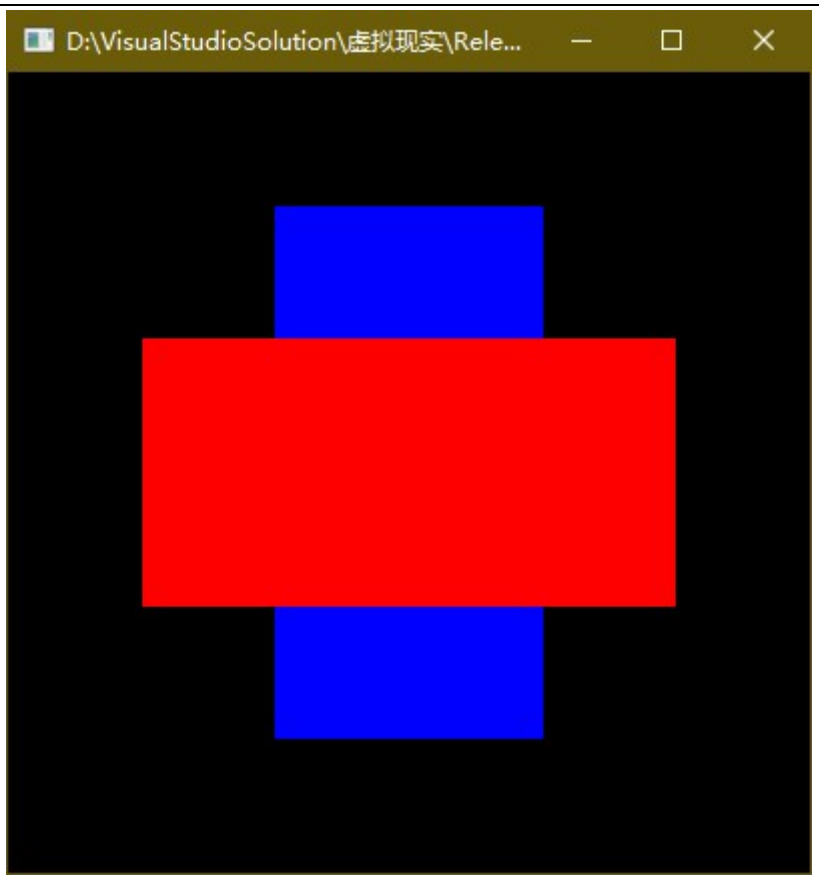


不启用深度测试

深度测试会更新帧缓存中对应深度缓冲区每个位置的最小 z 值的颜色。

✧ 如果是绘制两个长边形呢（例如一个长为 2，宽 4，另一个长为 4，宽为 2）），请修改原文中的代码，并利用图和表形式记录所有结果，并基于改变得到相关结果做一个简单的解释。

```
glColor3f(1.0, 0.0, 0.0);
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-2.0f, 1.0f, 0.0f);
glVertex3f(2.0f, 1.0f, 0.0f);
glVertex3f(2.0f, -1.0f, 0.0f);
glVertex3f(-2.0f, -1.0f, 0.0f);
glEnd();
// Blue
glColor3f(0.0, 0.0, 1.0);
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-1.0f, 2.0f, 0.0f);
glVertex3f(1.0f, 2.0f, 0.0f);
glVertex3f(1.0f, -2.0f, 0.0f);
glVertex3f(-1.0f, -2.0f, 0.0f);
glEnd();
glOrtho(-3.0, 3.0, -3.0, 3.0, 0.0, 10.0);<reshape 内>
```



红色矩形显示在蓝色矩形上方。

任务3：建立一个**模型变换来移动光源的**应用源程序，源程序名为**Excer3_MoveLight.cpp**

主要应用的函数为：

glutWireCube()　glRotated ()　glPushMatrix()　glPopMatrix()　glLightfv( )

- 在Excer3_LM中添加**C++ File(.cpp)文件，文件名为Excer3_MoveLight.cpp**
- **在Excer3_MoveLight.cpp中添加代码，实现绘制一个光源，并能实行视角变换移动光源。**
- **光源位置的初始位置设定后，在经过调用模型变换（glRotated）函数后，光源的位置会随着模型变换重新设置，将变换后的光源位置放置在世界坐标系内，并将Cube的位置代表了光源的位置**
- **部分代码如下，请于高亮黄色部分补齐必要的源代码。**

```
#include <GL/glut.h>
#include <stdlib.h>

static int spin = 0;

/*  Initialize material property, light source, lighting model,
 *  and depth buffer.
 */
void init(void)
```

```
{
    glClearColor (0.0, 0.0, 0.0, 0.0);
    glShadeModel (GL_SMOOTH);
    /*init()函数中添加代码，是否启用光照计算，并启用Light0
    glEnable(GL_LIGHTING);
    /*init()函数中添加代码，是否启用光照计算
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
}

/*  Here is where the light position is reset after the modeling
 *  transformation (glRotated) is called.  This places the
 *  light at a new position in world coordinates.  The cube
 *  represents the position of the light.
 */
void display(void)
{
    GLfloat position[] = { 0.0, 0.0, 1.5, 1.0 };

    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    glPushMatrix ();
    gluLookAt (0.0, 0.0, 5.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0);

    /*display()函数中添加代码，利用  glTranslated重新设置光源位置，调用glRotated
函数随着视点一起变换spin度

    glPushMatrix ();
    glRotated ((GLdouble) spin, 1.0, 0.0, 0.0);
    glLightfv (GL_LIGHT0, GL_POSITION, position);
    glTranslated (0.0, 0.0, 1.5);
    glDisable (GL_LIGHTING);
    glColor3f (0.0, 1.0, 1.0);
    glutWireCube (0.1);
    glEnable (GL_LIGHTING);
    glPopMatrix ();

    glutSolidTorus (0.275, 0.85, 8, 15);
    glPopMatrix ();
    glFlush ();

    /*display()函数中添加代码，利用  glTranslated重新设置光源位置，调用glRotated
函数随着视点一起变换

}
```

```
void reshape (int w, int h)
{
    glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
    glMatrixMode (GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    gluPerspective(40.0, (GLfloat) w/(GLfloat) h, 1.0, 20.0);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
}

void mouse(int button, int state, int x, int y)
{
    switch (button) {
        case GLUT_LEFT_BUTTON:
            if (state == GLUT_DOWN) {
                spin = (spin + 30) % 360;
                glutPostRedisplay();
            }
            break;
        default:
            break;
    }
}

void keyboard(unsigned char key, int x, int y)
{
    switch (key) {
        case 27:
            exit(0);
            break;
    }
}

int main(int argc, char** argv)
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode (GLUT_SINGLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
    glutInitWindowSize (500, 500);
    glutInitWindowPosition (100, 100);
    glutCreateWindow (argv[0]);
    init ();
    glutDisplayFunc(display);
    glutReshapeFunc(reshape);
```

```
    glutMouseFunc(mouse);
    glutKeyboardFunc(keyboard);
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

✧ 请解释添加代码段的含义，为什么如此添加？

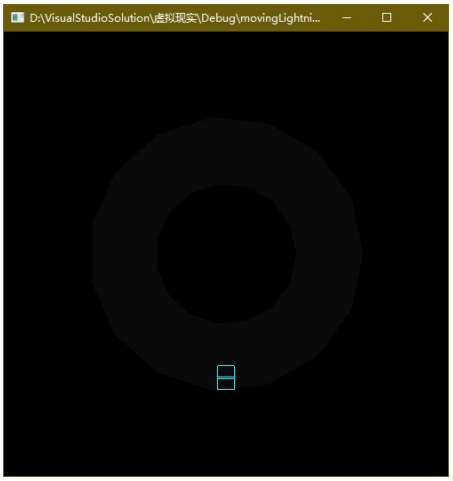
```
glEnable(GL_LIGHTING);开启光照
glEnable(GL_LIGHT0);使用 0 号光源
glRotated ((GLdouble) spin, 1.0, 0.0, 0.0);让 0 号光源绕 x 轴喜欢转
glTranslated (0.0, 0.0, 1.5);沿 z 轴平移 0 号光源
```

✧ 请解释 Task3 中 glMatrixPop()和 glMatrixPush()函数使用的作用是什么？

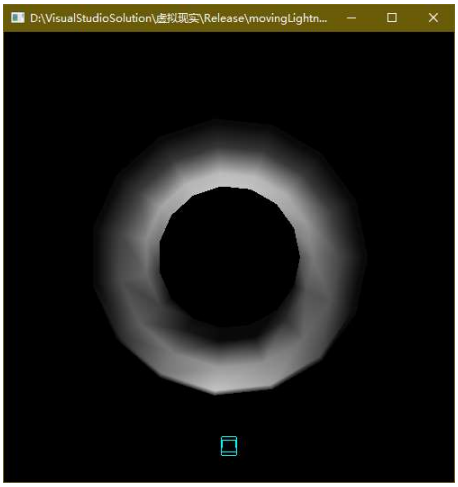
```
glPushMatrix 复制当前矩阵到矩阵堆栈栈顶
glPopMatrix 将矩阵堆栈栈顶矩阵读取到当前矩阵并弹出（删除）
```

✧ GlEnable(Lignting) 函数的作用是什么？如果不启用会是什么样的效果？

glEnable(Lignting)启动光源
关闭光源如下图



✧ 补充程序后完整运行 **Excer3_MoveLight.cpp** 你可以得到什么样的结果



✧ 试比较电子教材的范例 3.4 和范例 3.5，如果要实现范例 3.5 的随着视点一起移动的光

源，且视点沿着 y 轴转动，代码需要做哪些改动，请把两个范例的不同的地方此处进行比较。

3.4 是视点不变，光源绕 x 轴转动； 3.5 是光源随着视点移动。不同之处在于需要在指定视点之前，指定光源位置，此后动态调整视点时，光源相对位置不变。

任务4：建立一个设置不同材质属性的应用源程序，源程序名为**Excer3_ material.cpp**
主要应用的函数为：
glPushMatrix(); glPopMatrix(); glutPostRedisplay(); glRotatef(); glTranslatef(); glutWireSphere()

- 在Excer3_LM中添加**C++ File(.cpp)文件，文件名为Excer3_ material.cpp**
- **在Excer3_ material中添加代码，。**
- **部分代码如下，请于高亮黄色部分补齐必要的源代码。**

```
void display(void)
{
    GLfloat no_mat[] = { 0.0, 0.0, 0.0, 1.0 };
    GLfloat mat_ambient[] = { 0.7, 0.7, 0.7, 1.0 };
    GLfloat mat_ambient_color[] = { 0.8, 0.8, 0.2, 1.0 };
    GLfloat mat_diffuse[] = { 0.1, 0.5, 0.8, 1.0 };
    GLfloat mat_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };
    GLfloat no_shininess[] = { 0.0 };
    GLfloat low_shininess[] = { 5.0 };
    GLfloat high_shininess[] = { 100.0 };
    GLfloat mat_emission[] = {0.3, 0.2, 0.2, 0.0};

    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

/*  draw sphere in first row, first column
 *  diffuse reflection only; no ambient or specular
 */
    glPushMatrix();
    glTranslatef (-3.75, 3.0, 0.0);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, no_mat);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, no_mat);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, no_shininess);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, no_mat);
    glutSolidSphere(1.0, 16, 16);
    glPopMatrix();

/*  draw sphere in first row, second column
 *  diffuse and specular reflection; low shininess; no ambient
 */
    glPushMatrix();
```

```
        glTranslatef (-1.25, 3.0, 0.0);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, no_mat);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, low_shininess);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, no_mat);
        glutSolidSphere(1.0, 16, 16);
        glPopMatrix();

    /*  draw sphere in first row, third column
     *  diffuse and specular reflection; high shininess; no ambient
     */
        glPushMatrix();
        glTranslatef (1.25, 3.0, 0.0);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, no_mat);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, high_shininess);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, no_mat);
        glutSolidSphere(1.0, 16, 16);
        glPopMatrix();

    /*  draw sphere in first row, fourth column
     *  diffuse reflection; emission; no ambient or specular reflection
     */
        glPushMatrix();
        glTranslatef (3.75, 3.0, 0.0);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, no_mat);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, no_mat);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, no_shininess);
        glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, mat_emission);
        glutSolidSphere(1.0, 16, 16);
        glPopMatrix();

        glFlush();
    }
    void init(void)
    {
      GLfloat ambient[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 0.0 };
      GLfloat diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 0.0 };
      GLfloat light0_position[] = { 0.0, 1.0, 1.0,0.0 };
      glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 0.0);
      glShadeModel(GL_SMOOTH);
```

```
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light0_position);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);
    glColorMaterial(GL_FRONT, GL_DIFFUSE);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
}

void reshape(int w, int h)
{
    glViewport(0, 0, (GLsizei)w, (GLsizei)h);
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    if (w <= h)
        glOrtho(-5, 5, -5 * (GLfloat)h / (GLfloat)w, 5 * (GLfloat)h / (GLfloat)w, -10.0, 10.0);
    else
        glOrtho(-5 * (GLfloat)w / (GLfloat)h, 5 * (GLfloat)w / (GLfloat)h, -5, 5, -10.0, 10.0);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
}
int main(int argc, char** argv)
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_SINGLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
    glutInitWindowSize(500, 500);
    glutInitWindowPosition(100, 100);
    glutCreateWindow(argv[0]);
    init();
    glutDisplayFunc(display);
    glutReshapeFunc(reshape);
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

✧ 请解释三个 glTranslatef 的含义分别是什么，为什么如此添加？

glTranslatef (-3.75, 3.0, 0.0)：沿 x 轴负方向平移 3.75，沿 y 轴正方向平 移 3；
glTranslatef (-1.25, 3.0, 0.0)：沿 x 轴负方向平移 1.25，沿 y 轴正方向平移 3；
glTranslatef (1.25, 3.0, 0.0)：沿 x 轴正方向平移 1.25，沿 y 轴正方向平移 3。
设置球体位置，防止重合或遮挡。

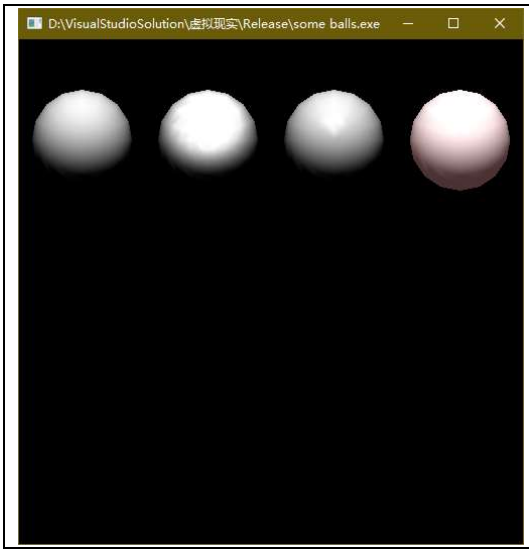
✧ 请解释 Task4 中 glMatrixPop()和 glMatrixPush()函数使用的作用是什么？

对堆栈矩阵进行压栈和出栈，实现了绘制设备上下文的恢复，避免两次球体绘制之间的影响。

✧ 为什么仅仅有 display()函数绘制不出球体，请你添加出黄色加亮体中的 main（）函数，Reshape()函数和 Init()函数？

见代码

✧ 补充程序后完整运行 **Excer3_material.cpp** 你可以得到什么样的结果？



如果想得到范例 3.6 的八个球体的效果，应该如何实现？

glEnable(GL_COLOR_MATERIAL)
glColorMaterial(GL_FRONT, GL_DIFFUSE)
设置材质球颜色