实验题目

实验目标：使用 OpenGL 的三维坐标变换功能实现几何建模

实验要求：

1 构建一个由 4 个以上基元几何体构成的复杂场景。

2 场景必须是有意义的，变换越复杂得分越高。

3 具有一定的动画效果，可使用鼠标/键盘控制

4 加载其他模型（可选）

a. 具有动作响应（键/鼠控制的物体的添加/删除等）

b. 具有菜单管理功能(OpenGLglut)

实验环境：python3.9，安装相应库：gl glu glut

实验内容

通过使用相关函数, 构建了一个书桌, 书桌上摆放了一本书, 一支笔, 一个水杯和一个笔筒。实现了鼠标拖拽旋转, 鼠标滚轮控制放大缩小, 右击展现菜单进行喝水看书等操作，键盘控制移动，键盘增删笔，改变窗口大小等操作

构建画面

书桌 书本 钢笔 水杯 笔筒

基本由正方体、圆环、圆柱体经过旋转、平移、拉伸完成。其中水杯由圆环、圆柱体和圆台面构成。整体由线条组成，有部分为实体填充，显得更美观。

圆台代码:

```
glTranslatef(-11,4.7,-3)
glRotatef(90,1,0,0)
cylinder = gluNewQuadric()
gluQuadricDrawStyle(cylinder, GLU_LINE)   #圆台面
gluCylinder(cylinder, 1.5, 1.3, 3.7, 20, 10)
```

鼠标

通过 glut 中鼠标相关函数完成:

glutMouseFunc(mouseclick); glutMotionFunc(mousemotion)

拖拽旋转: 实际是移动视点坐标完成。通过相关函数计算视点姿态,然后根据鼠标位移计算视点位置。相关代码:

```
dx = MOUSE_X - x
dy = y - MOUSE_Y
MOUSE_X, MOUSE_Y = x, y
PHI += 2*np.pi*dy/WIN_H
PHI %= 2*np.pi
THETA += 2*np.pi*dx/WIN_W
THETA %= 2*np.pi
r = DIST*np.cos(PHI)

EYE[1] = DIST*np.sin(PHI)
EYE[0] = r*np.sin(THETA)
EYE[2] = r*np.cos(THETA)

if 0.5*np.pi < PHI < 1.5*np.pi:
    EYE_UP[1] = -1.0
else:
    EYE_UP[1] = 1.0
```

滚轮控制缩放: 实际通过改变缩放向量完成。每次将该向量变大或变小即可实现。相关代码:

```
glScale(SCALE_K[0], SCALE_K[1], SCALE_K[2])
```

.....

```
if button == GLUT_LEFT_BUTTON:
    LEFT_IS_DOWNED = state==GLUT_DOWN
```

```
elif button == 3:
    SCALE_K *= 1.05
    glutPostRedisplay()
elif button == 4:
    SCALE_K *= 0.95
    glutPostRedisplay()
```

右击展示菜单：通过相关函数完成。在 menufunc 函数中改变全局变量，通过该变量完成相关动作。代码如下：

```
menu = glutCreateMenu(menufunc) # 注册菜单函数 menufunc
glutAddMenuEntry('read book', 1)
glutAddMenuEntry('close book', 0)
glutAddMenuEntry('drink water', 2)
glutAddMenuEntry('add water', 3)
glutAttachMenu(GLUT_RIGHT_BUTTON)
```

键盘

通过 glut 相关函数完成：glutKeyboardFunc(keydown)

键盘控制移动：

1. 视点上下左右前后移动：直接改变视点坐标即可

```
elif key == b'a' or key == b'A': # a 键，视点向左
    Dt = np.cross(EYE_UP,EYE-LOOK_AT)
    Dx = Dt/np.linalg.norm(Dt)
    EYE = EYE + Dx
    LOOK_AT = LOOK_AT + Dx
    DIST, PHI, THETA = getposture()
    glutPostRedisplay()
```

2. 物体沿相关轴移动：将参考点反向移动即可

```
if key == b'x': # 瞄准参考点 x 减小
    LOOK_AT[0] -= 0.5
elif key == b'X': # 瞄准参考 x 增大
    LOOK_AT[0] += 0.5
elif key == b'y': # 瞄准参考点 y 减小
    LOOK_AT[1] -= 0.5
elif key == b'Y': # 瞄准参考点 y 增大
    LOOK_AT[1] += 0.5
```

```
        elif key == b'z': # 瞄准参考点 z 减小
            LOOK_AT[2] -= 0.5
        elif key == b'Z': # 瞄准参考点 z 增大
            LOOK_AT[2] += 0.5
```

键盘切换投影格式：改变全局变量即可

键盘增删钢笔：改变全局变量即可

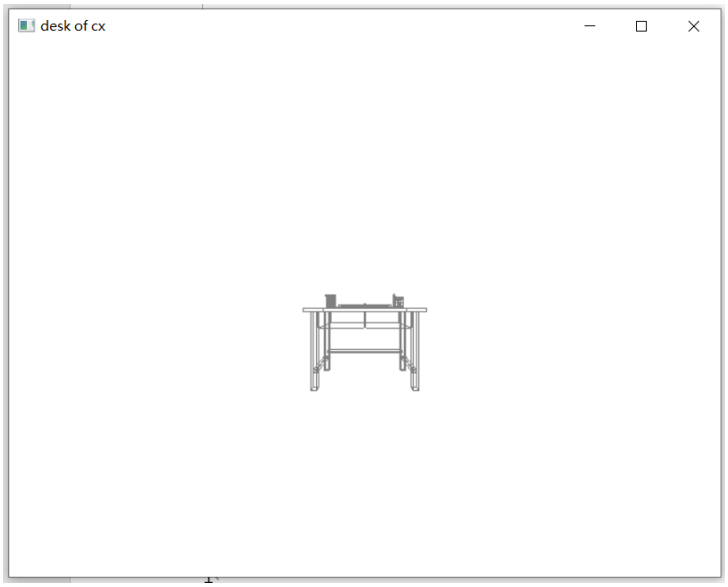
改变窗口大小

使用相关函数 glutReshapeFunc(reshape)

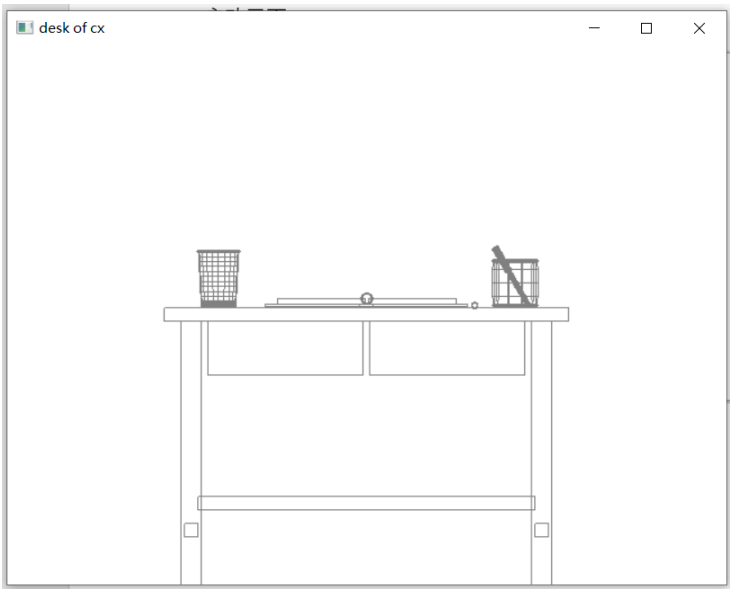
```
def reshape(width, height):

    global WIN_W, WIN_H
    WIN_W, WIN_H = width, height
    glutPostRedisplay()
```

实验结果

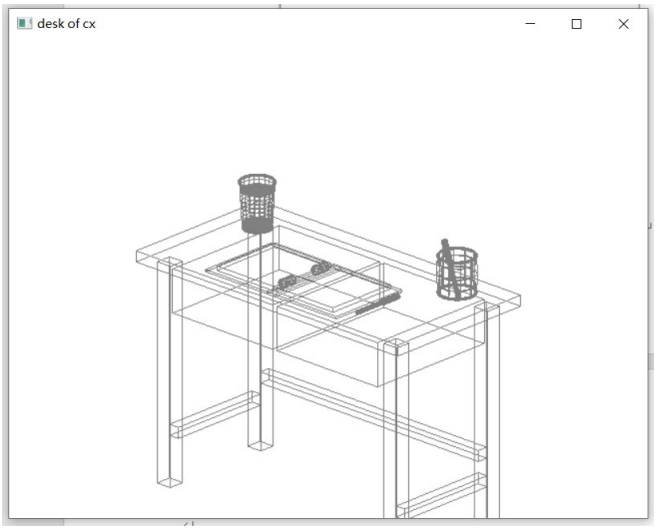
启动画面：

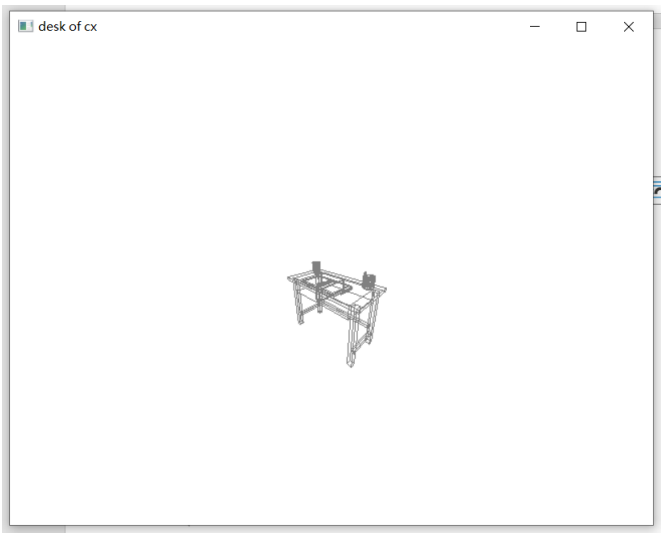


改变投影模式（空格键）：

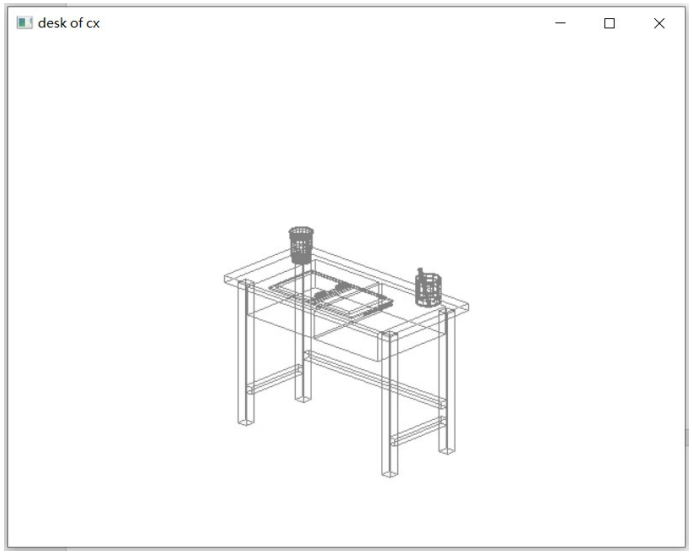


鼠标拖拽旋转:

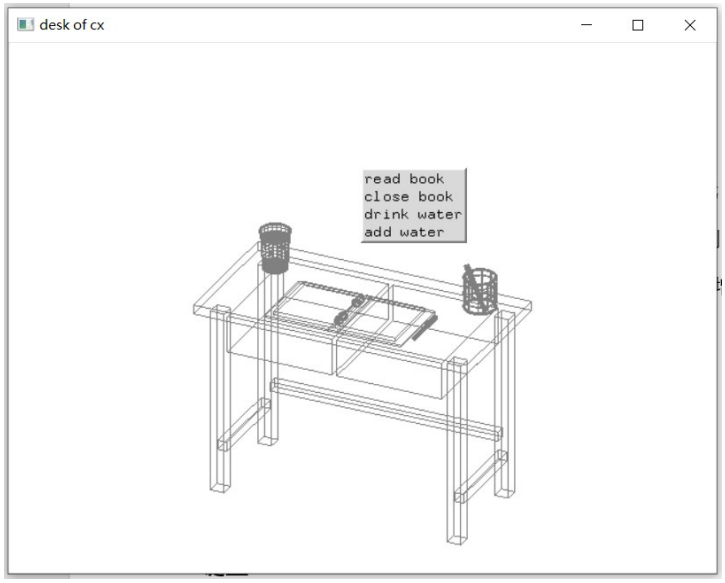


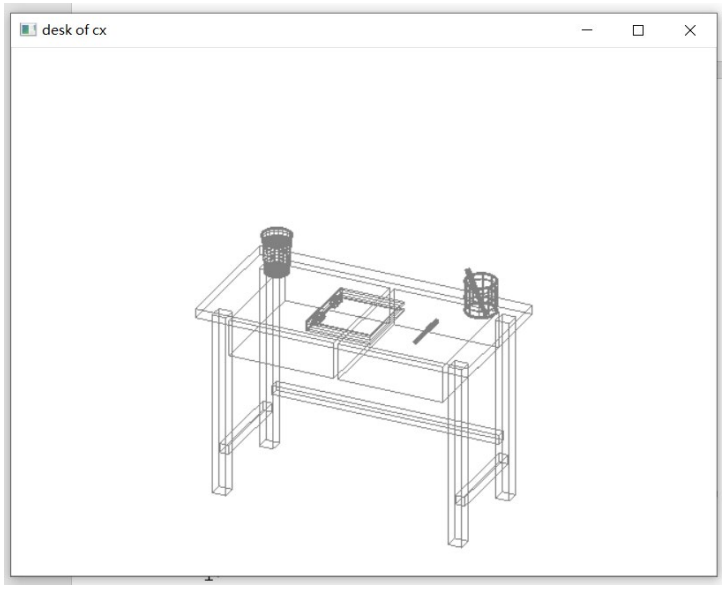


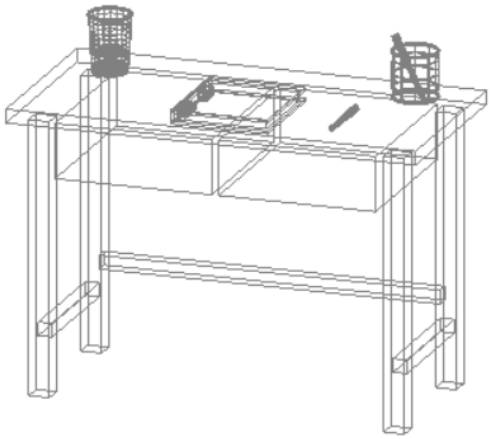
鼠标滚轮缩放（透视投影图像不变）:



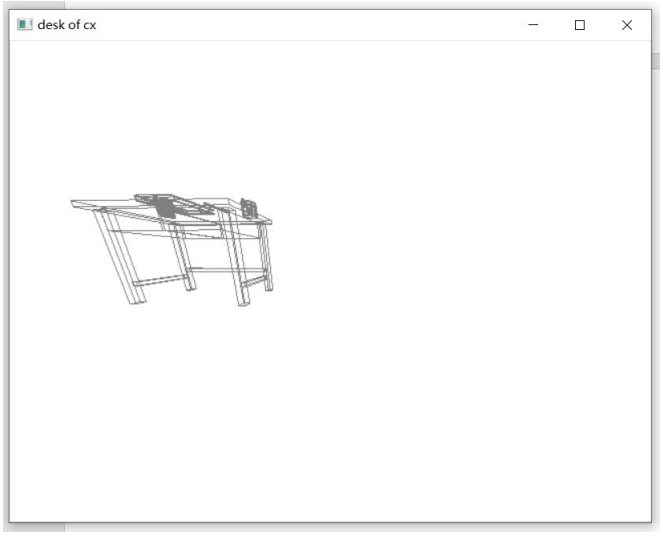
右击进行操作（操作后可以看出书本或水杯水位变化）:

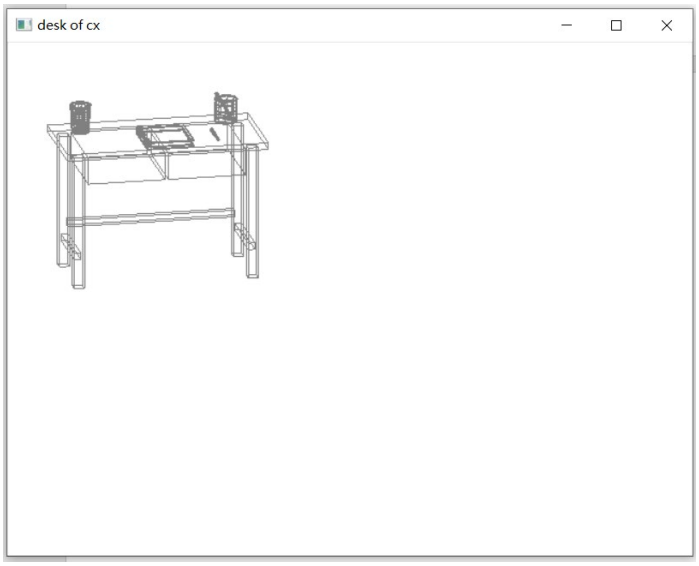




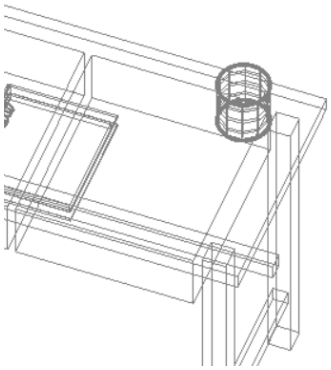


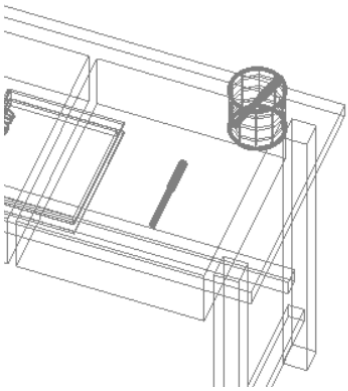
键盘移动位置（前后不改变平行投影图像）（wasdxyz 大小写均可）：

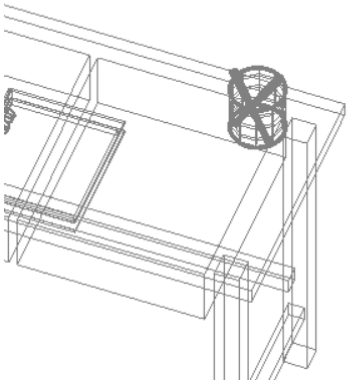




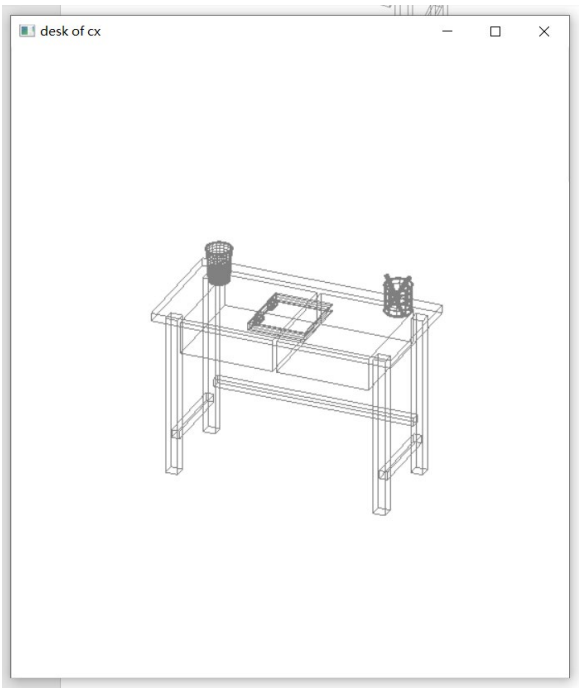
键盘改变钢笔数量（123+键均可）：

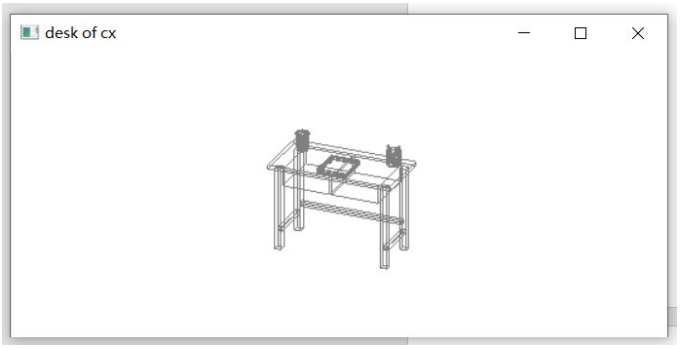






改变窗口大小:





实验总结

学习了 OpenGL 的相关操作，加深了对旋转、平移、缩放矩阵的理解，理解了矩阵栈的操作过程，学习了 glut 相关函数及其操作。

实验过程中发现长方体没有相关函数，发现可以利用缩放函数进行操作；发现水杯圆台难以操作，发现二次曲面函数；发现液体难以表示，发现利用薄圆柱可以表示水面。

实验参考：https://cloud.tencent.com/developer/article/1546505