编号∶\_\_\_\_\_\_

版本∶\_\_\_\_\_\_

软件详细设计说明书

项目名称： .OBJ模型可视化编辑软件1.0

委托单位：

承办单位： 北京林业大学

**编写: 杨猛 2015 年 02 月 26 日**

**校对: 杨猛 2015 年 02 月 26 日**

**审核: 年 月 日**

**批准: 年 月 日**

# 目 录

[目 录 2](#_Toc413009052)

[1.引言 3](#_Toc413009053)

[1.1目的 3](#_Toc413009054)

[1.2背景 3](#_Toc413009055)

[1.3参考资料 4](#_Toc413009056)

[2.设计说明 4](#_Toc413009057)

[2.1软件描述 4](#_Toc413009058)

[2.2软件环境 5](#_Toc413009059)

[2.3硬件环境 5](#_Toc413009060)

[2.4人机界面设计 5](#_Toc413009061)

[2.4.1界面说明 5](#_Toc413009062)

[2.4.2主要功能与操作方式说明 6](#_Toc413009063)

[2.5 算法说明 10](#_Toc413009064)

[2.5.1模型打开与保存 10](#_Toc413009065)

[2.5.2模型仿射变换与顶点编辑 10](#_Toc413009066)

[2.5.3信息提示控制 11](#_Toc413009067)

[2.5.4显示控制 11](#_Toc413009068)

[2.5.5二次开发 11](#_Toc413009069)

1.引言

1.1目的

三维模型的显示与编辑是计算机图形学中特别是真实感绘制技术与动画模拟的一项及其重要的先序步骤，也是计算机图形学初学者应该掌握的基础的、必要的技能。在图形显示与编辑方面，OpenGL是一种可以与Visual C++配合使用的非常重要的图形计算库，提供了丰富的点、线、面等的绘制方法与功能，给我们的软件实现提供了必要的技术支持。

本文软件旨在帮助计算机图形学初学者能够快速掌握三维模型的显示以及初级编辑操作，为后续的进一步图形算法的学习以及计算机动画模拟实现打下坚实基础。本文软件应用OpenGL库，依托win32控制台程序，完成了.OBJ模型的导入、导出、条件显示等功能，并支持用户在此基础上的二次开发，诸如对场景进行真实感绘制、基于物理动画的模拟等。该软件具有运行对设备要求低、显示速度快、学习使用方便、便于扩展等特点。

1.2背景

计算机图形学中常用的三维模型格式有.OBJ[1]、.OFF[2]、.PLY[3]、.3DS[4]等。.OBJ三维模型格式是Alias|Wavefront公司为它的一套基于工作站的三维建模和动画软件"Advanced Visualizer"开发的一种标准三维模型文件格式，很适合用于三维软件模型之间的互导，也可以通过Maya、3dsMax等软件读写。目前几乎所有知名的三维软件都支持.OBJ文件的读写，诸如Maya、3dsMax等[1]。.OBJ文件是一种文本文件，可以直接用写字板打开进行查看和编辑修改。正是因为.OBJ三维模型格式具有简单、易学、容易上手，便于与其他格式间的相互转换等特点，所以它在计算机图形学程序设计中的应用非常广泛。本文软件主要针对.OBJ格式的三维模型进行显示与编辑。

目前，电脑绘图软体和电脑游戏等领域最常使用的两套绘图[编程接口](http://baike.baidu.com/view/897136.htm)有OpenGL[5]和Direct3D[6]。OpenGL的全程是Open Graphics Library，它是一个具有跨[编程语言](http://baike.baidu.com/view/552871.htm)、跨平台特点的具有[编程接口](http://baike.baidu.com/view/897136.htm)规格的专业的图形程序接口，既可以应用于三维图形，亦可以应用于二维图形，是一个功能强大，调用方便的底层图形库。OpenGL经常与Visual C++紧密搭配，便于实现有关计算和图形算法，并保证算法的正确性和可靠性；具有使用简便，效率高的特点。OpenGL具有七大功能：建模、变换、颜色模式设置、光照和材质设置、纹理映射、位图显示和图象增强、双缓存动画[7]。Direct3D, 简称：D3D，是微软公司在Microsoft Windows操作系统上所开发的一套DirectX SDK集成开发包中的重要部分，即3D绘图编程接口，适合多媒体、娱乐、即时3D动画等广泛和实用的3D图形计算。自发布以来，Direct3D以其良好的硬件兼容性和友好的编程方式很快得到了广泛的认可，现在几乎所有的具有3D图形加速的主流显示卡都对Direct3D提供良好的支持。但它也有缺陷，由于是以COM接口形式提供的，所以较为复杂，稳定性差，目前只在Windows平台上可用[6]。本文软件主要对.OBJ格式的三维模型的显示与编辑采用OpenGL编程接口。

在计算机图形学和计算机动画中，特别是真实感绘制技术以及基于物理的动画模拟，对模拟场景的搭建是首要步骤，这就首先需要对已有模型的进行显示输出。在计算机图形学中经常被研究人员用来做实验的经典模型[8]有Stanford Bunny、Utah teapot、Cornell Box、Stanford Dragon、弥勒佛等。现在技术的飞速发展，通过扫描，将一些复杂的实体转化成电脑模型已经不是什么难事了，所以必将会有更多的模型涌现。本文软件将以上述几个常用的经典模型为测试用例来验证软件功能的正确性。

综上所述，本文软件在win32的控制台程序中应用OpenGL库实现了.OBJ模型的显示与简单编辑的功能。

1.3参考资料

[1] [舒夜无痕](http://my.csdn.net/szchtx). OBJ文件格式详解[ EB/OL]. http://blog.csdn.net/szchtx/article/details/8628265, 2013-03-02/2015-02-26.

[2] Object File Format (.off) [ EB/OL]. http://shape.cs.princeton.edu/benchmark/documentation/off\_format.html, 2003-10-21/2015-02-26.

[3] 维基百科. PLY[ EB/OL]. http://zh.wikipedia.org/wiki/PLY, 2014-08-10/2015-02-26.

[4] [bingcaihuang](http://my.csdn.net/bingcaihuang). 3DS 文件格式[ EB/OL]. http://blog.csdn.net/bingcaihuang/article/details/5688253, 2010-06-23/2015-02-26.

[5] doing5552. OpenGL入门学习[ EB/OL]. http://www.cppblog.com/doing5552/archive/2009/01/08/71532.html, 2009-01-08/2015-02-26.

[6] 百度百科. Direct3D[ EB/OL]. http://baike.baidu.com/link?url=1pxzxwU8qRemtp-I39ozuXME87EBFPiLyrCNg7iONDzCHrb0AXKJsJg7n1FFDs0rwH9Z1epz9cAXOumMwd1WMq, 2014-04-15/2015-02-26.

[7] 百度百科. OpenGL[ EB/OL]. http://baike.baidu.com/link?url=F-dNhxM3j5Mk5HQ6rLnCrlUWv8pae5qOBXAvWBIOqOikdAf2ub81\_V-wC6vBOLNvhP2WYqaOkNPP5u\_tOz5l4\_, 2014-08-11/2015-02-26.

[8] [舒夜无痕](http://my.csdn.net/szchtx).计算机图形学中的常用模型[ EB/OL]. http://blog.csdn.net/szchtx/article/details/7046989, 2011-12-06/2015-02-26.

2.设计说明

2.1软件描述

我们按照对软件的操作顺序来描述软件的各种功能。首先双击运行本文软件可执行程序，默认情况下将打开一个与该可执行程序位于同一目录下的bunny.obj模型，显示在一个win32窗口（主界面）中，同时，用户的操作记录信息将显示于另外一个win32窗口（副界面）中。如果默认打开的bunny.obj模型缺失或者未处于可执行程序的同一目录下，则会弹出“打开对话框”提示用户手动设定路径来打开一个.OBJ模型。之后，我们可以通过鼠标按键来实现模型仿射变换效果：（1）通过鼠标左键的按下与移动，实现模型在窗口中平移效果；（2）通过鼠标滚轮的按下与移动（或上下滚动），实现模型在窗口中缩放效果；（3）通过鼠标右键的按下与移动，实现模型在窗口中旋转效果。我们还将发现软件主界面的左上角与右上角有数行绿色字体的提示信息，提示用户可以实施的不同操作，即通过不同按键来实现相应功能，诸如“H键”控制动画模拟时候的帧率（FPS）显示等；诸如按下“V键”时系统会在模型仿射变换与模型顶点选择/编辑间进行切换。编辑后的模型可以通过“S键”进行保存，格式同样为.OBJ。

本文软件的显示控制包括背景网格的显示、参考坐标系的显示、物体的显示、提示信息的显示。本文软件最重要的一个特点是支持用户的二次开发（诸如“Spacebar键”的应用，对应于动画的实现，帧率显示等），即用户可以在该软件源代码的基础上，通过扩展代码来开发符合自己需求的（真实感绘制或者基于物理动画等）功能的软件。

2.2软件环境

1、开发平台：Microsoft Visual Studio 2010；

2、API：Win32 Console Application；

3、操作系统：Microsoft Windows 7；

4、软件依赖：.Net Framework 2.0及以上。

2.3硬件环境

1、CPU：Intel® Core™ i5-3320M CPU @ 2.6GHz

2、内存：2×4.0GB, 1.6GHz

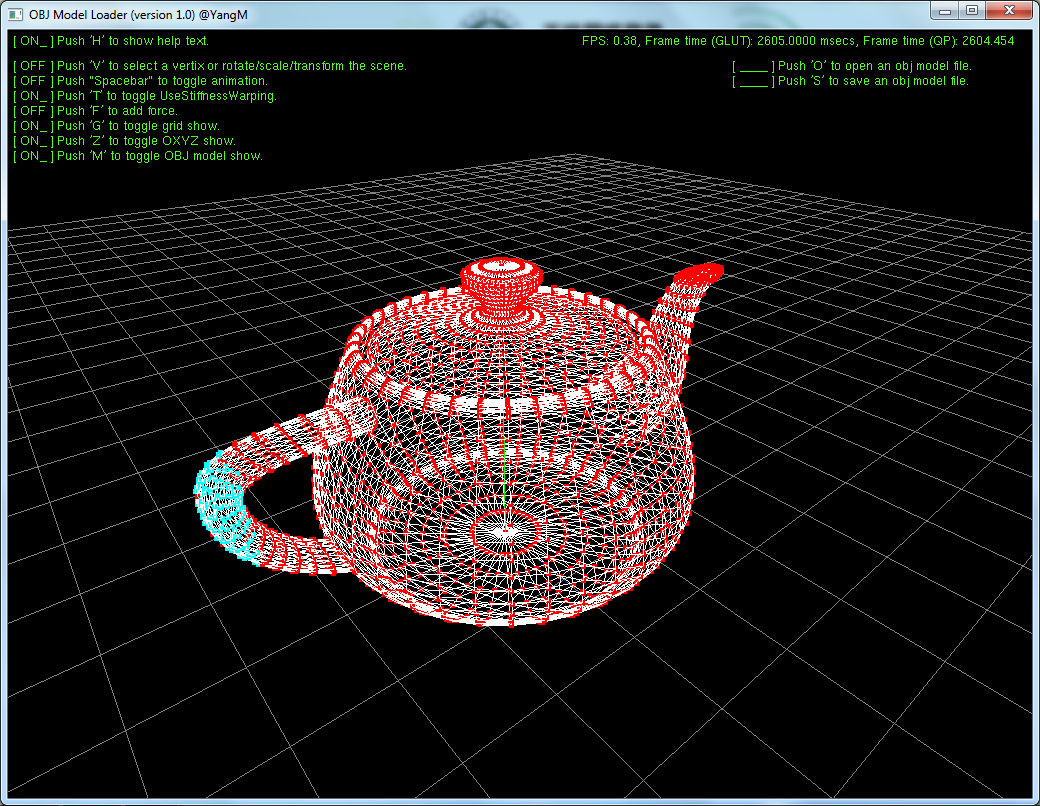
3、显卡：Intel(R) HD Graphics 4000

2.4人机界面设计

我们首先对本文软件的基本界面和主要操作与功能进行一个说明，然后对其主要功能的算法进行详细诠释。

### 2.4.1界面说明

软件的操作界面较为简洁。如图1所示为软件的主界面，分为左/右信息提示区、显示编辑区三部分。其中显示编辑区中显示的为著名的Utah teapot模型的点线模式效果图。如图2所示为软件的副界面。界面中红框内为操作记录提示区，显示的是Utah teapot模型进行导入、平移、缩放、旋转等操作后的操作记录。

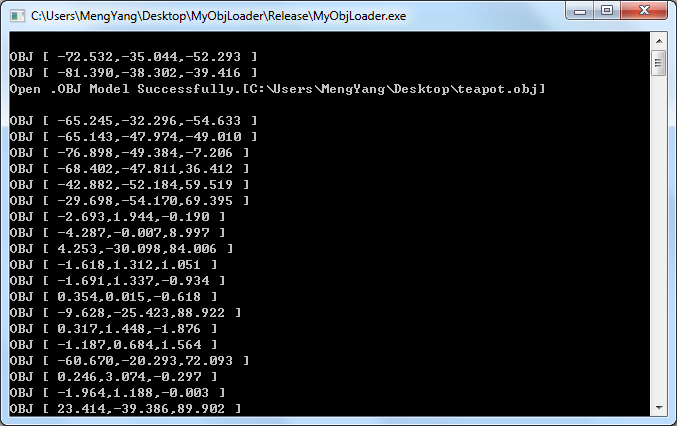


左信息提示区

右信息提示区

显示编辑区

图1 软件主界面



操作记录提示区

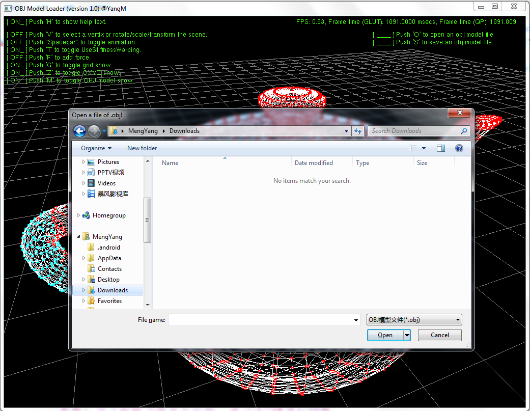
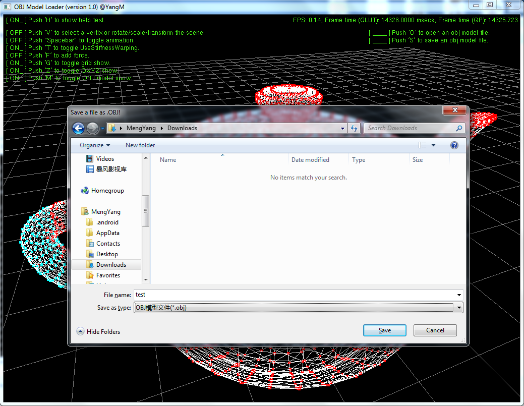
图2 软件副界面

### 2.4.2主要功能与操作方式说明

根据第2.1节所述，我们将本文软件的主要功能归纳为五类：（1）打开与保存；（2）模型的仿射变换与顶点编辑功能；（3）信息提示控制，分为主界面的左右上角信息提示与副界面的操作记录两种形式；（4）显示控制，包括背景网格的显示、参考坐标系的显示、物体的显示、提示信息的显示等；（5）二次开发功能。下面将对各功能做详细说明。

1. 三维模型的打开与保存

本文软件可以对外部.OBJ格式模型进行导入操作，即模型的打开，如图3（a）所示，也可以对编辑/模拟后的模型进行.OBJ格式的导出操作，即模型的保存。模型的打开与保存的操作方法请参见第2.4.2节第（3）部分所述。

（a） （b）

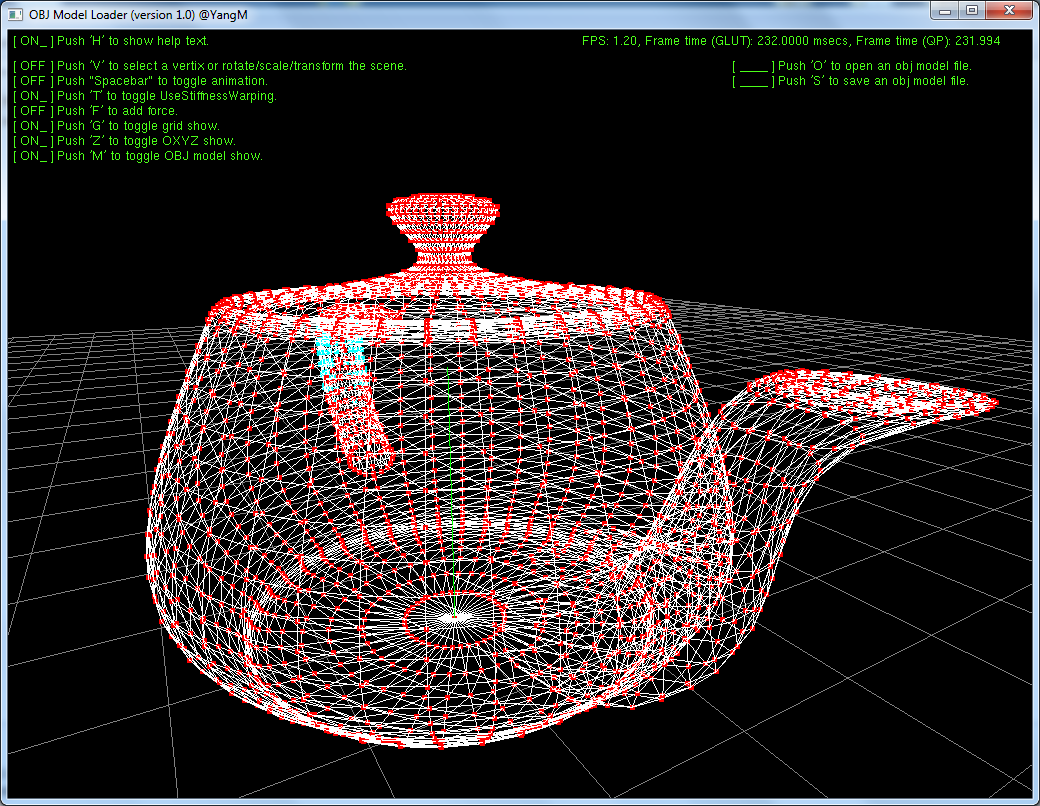
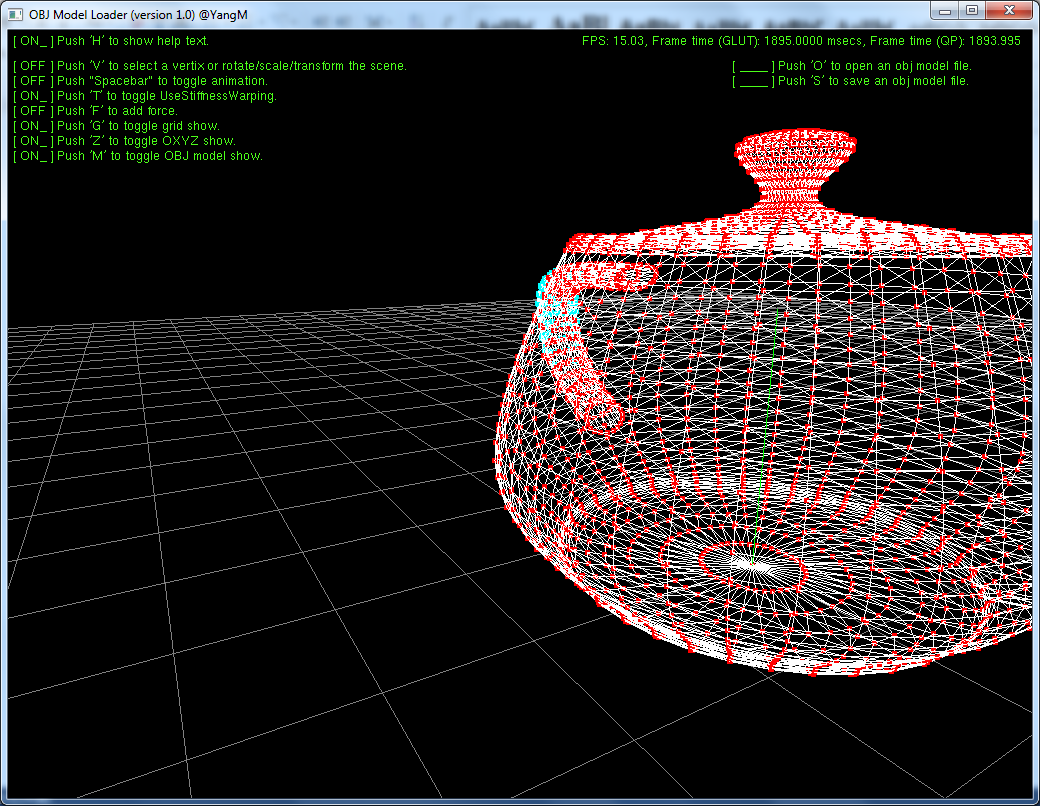
图3 三维模型的（a）打开与（b）保存

1. 模型的仿射变换与顶点编辑

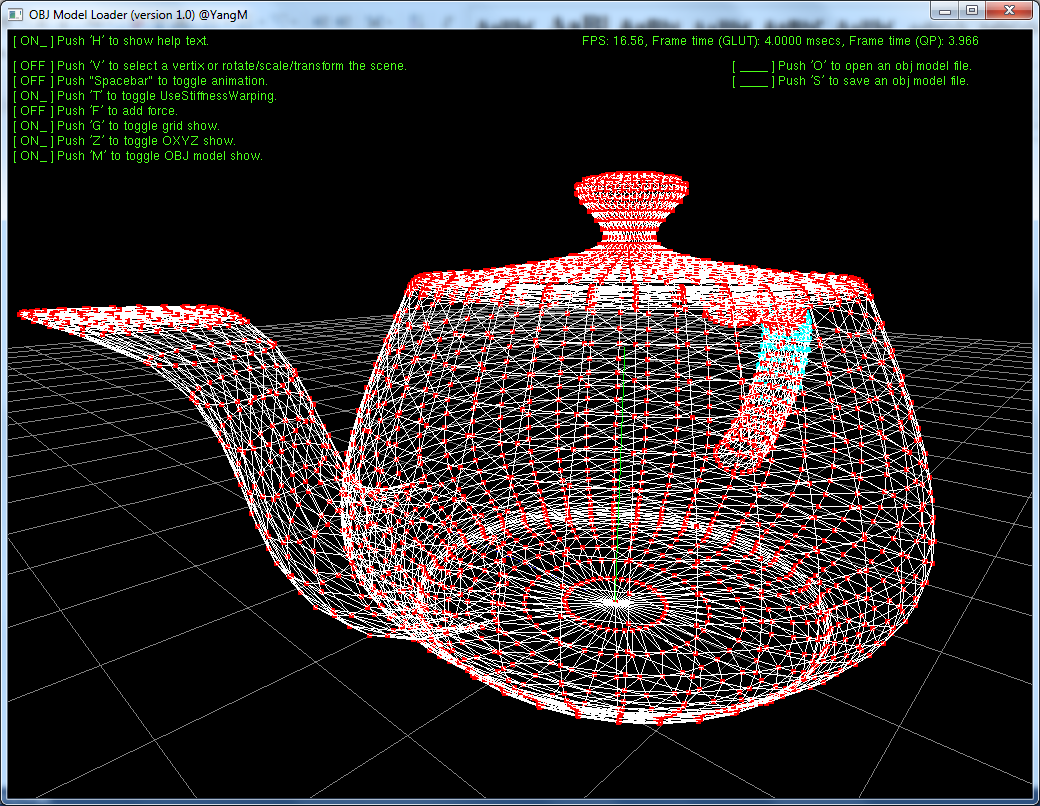
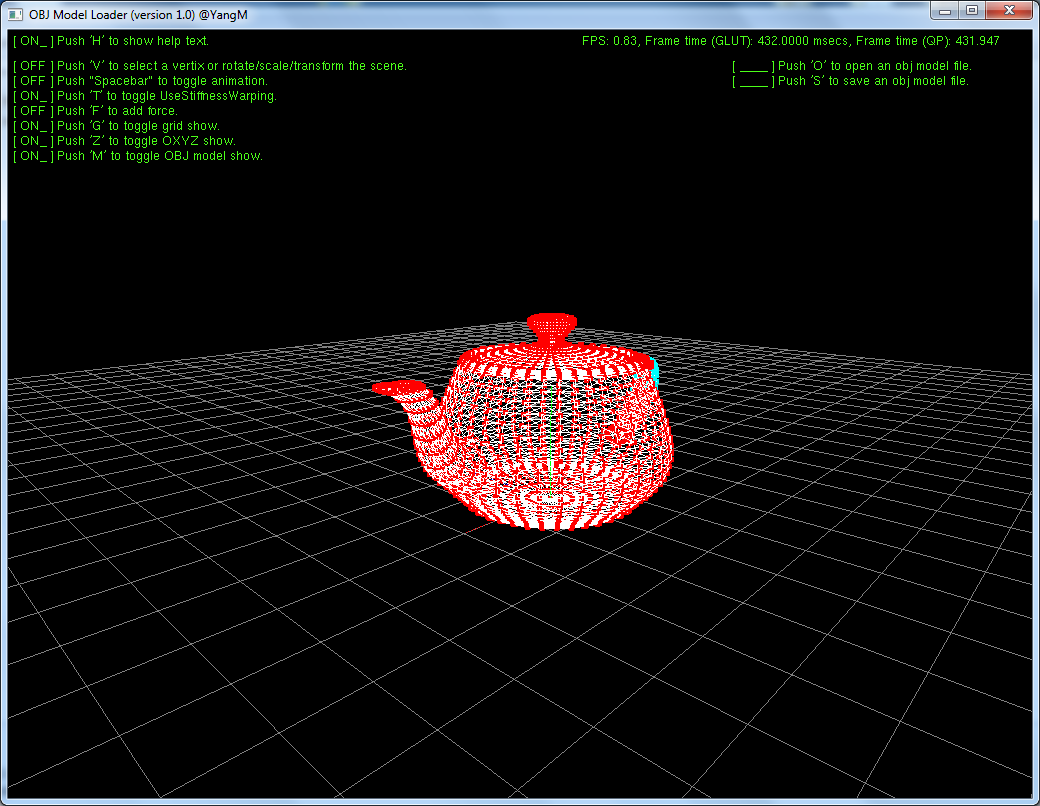
模型的仿射变换是对模型进行平移、旋转、缩放等操作，分别如图4（b）-（d）所示，图4（a）代表模型的初始位置。顶点编辑是指对模型的某/任一顶点进行位置平移，如图5红框中所示为某一顶点编辑后的效果图。模型的放射变换与顶点编辑功能是互斥的，通过“V键”进行切换。

仿射变换操作方法：

* 如果软件处于“顶点编辑”状态，先按“V键”进行状态切换；
* 平移：按下鼠标左键做上下左右方向的拖动；
* 旋转：按下鼠标右键做上下左右方向的拖动；
* 缩放：按下鼠标滚轮做上下方向的拖动或者在鼠标滚轮未按下状态时进行上下方向的滚动；

（a） （b）

（c） （d）

图4 模型的（a）初始位置；（b）平移；（c）旋转；（d）缩放

顶点编辑操作方法：

* 如果软件处于“仿射变换”状态，先按“V键”进行状态切换；
* 顶点编辑：首先在某一顶点上按下鼠标左键进行顶点选择，然后在保持鼠标左键按下状态的同时鼠标做上下左右方向的移动；

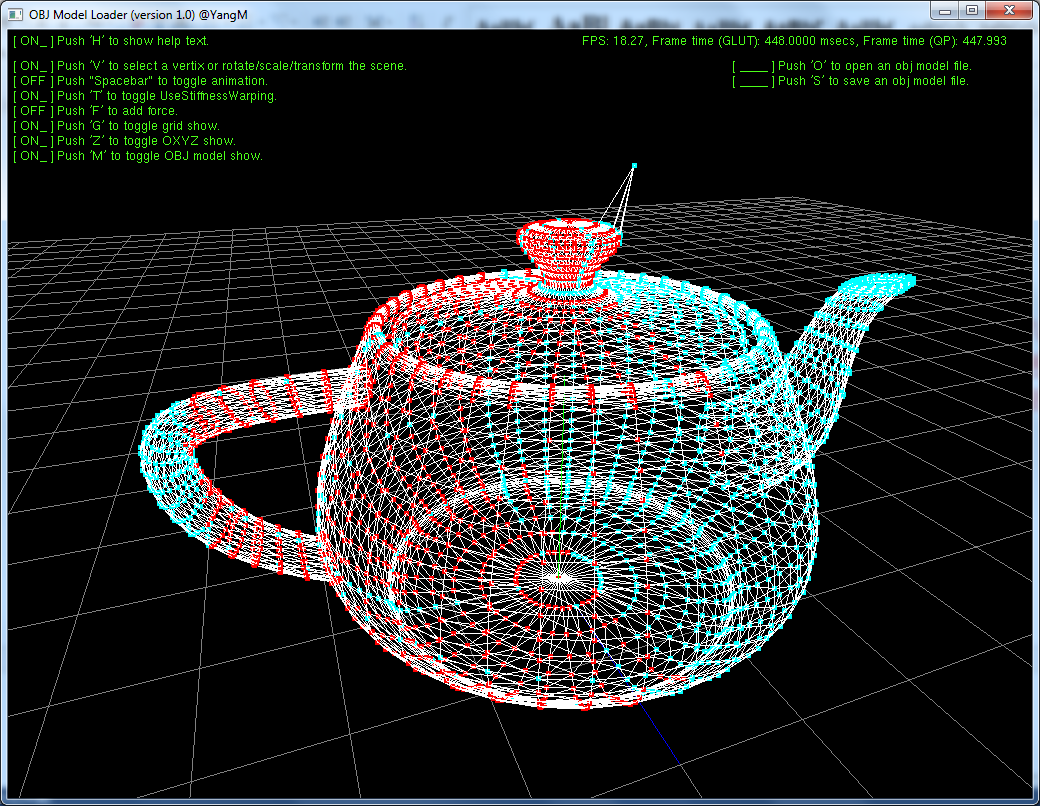
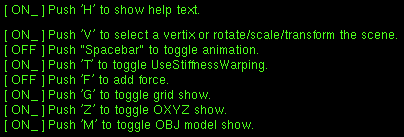
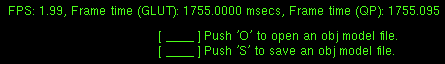


图5 顶点编辑

1. 信息提示控制

本文软件的信息提示控制分为两种形式，分别为主界面的左右上角信息提示与副界面的操作记录。图6（a）、（b）分别对应于图1的左上角、右上角的信息提示区，用于控制软件的绝大多数功能。

（a） （b）

图6 主界面左上角、右上角信息提示控制

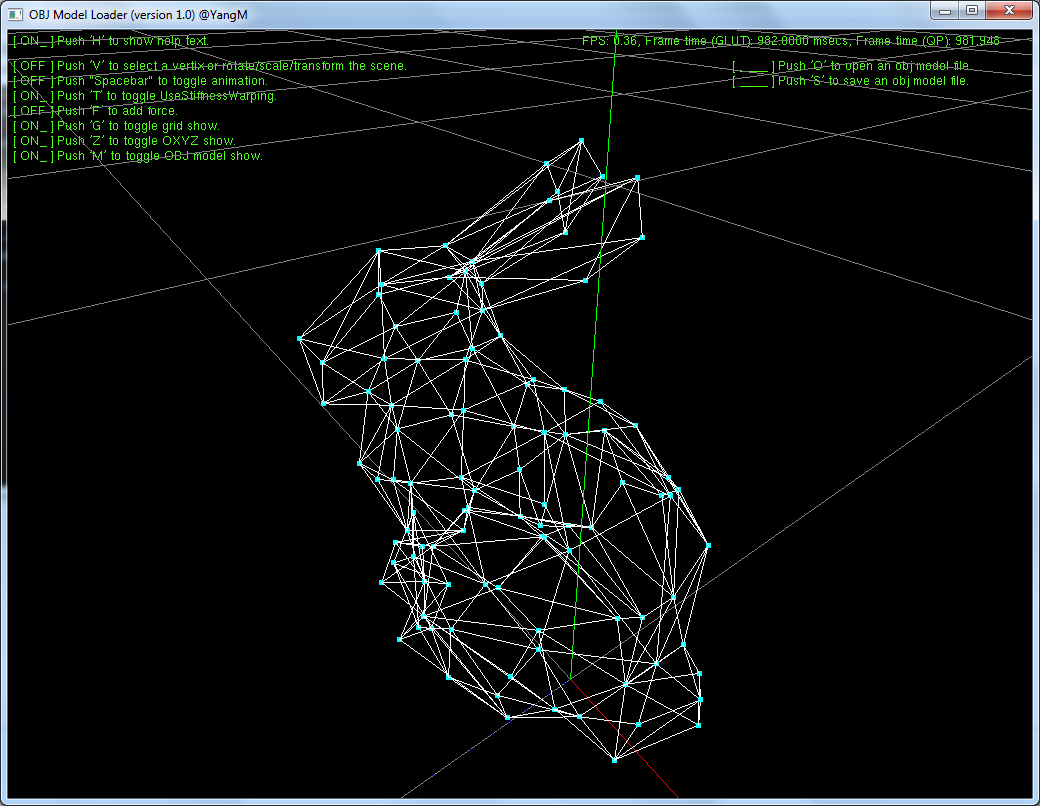
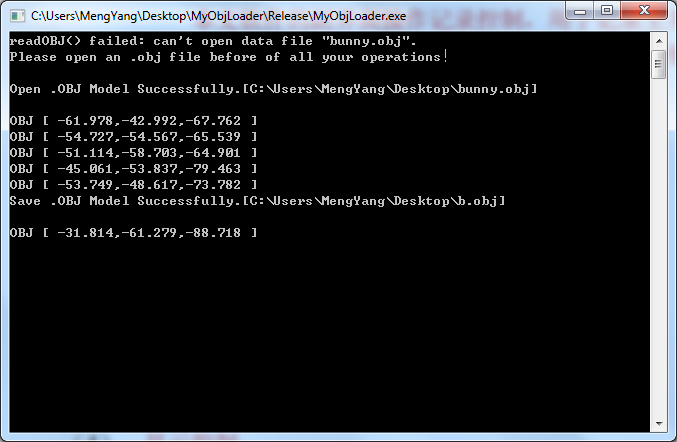
图6（a）提示信息中每行对应的功能分别为：

* H键：帮助信息是否显示的切换开关，显示为ON，否则为OFF；
* V键：仿射变换与顶点编辑的切换开关（参见第2.4.2节第（2）部分），仿射变换状态为ON，否则为OFF；
* 空格键：动画模拟状态的切换开关，显示为ON，否则为OFF。此功能为预留功能，为动画模拟的代码开发提供平台（参见第2.4.2节第（5）部分）；
* T键：物理动画模拟的刚度矩阵控制，显示为ON，否则为OFF。此功能同为预留功能，为动画模拟的代码开发提供平台（参见第2.4.2节第（5）部分）；
* F键：物理动画模拟的应用力控制，显示为ON，否则为OFF。此功能同为预留功能，为动画模拟的代码开发提供平台（参见第2.4.2节第（5）部分）；
* G键：背景网格是否显示的切换开关，显示为ON，否则为OFF；
* Z键：坐标轴是否显示的切换开关，显示为ON，否则为OFF；
* M键：OBJ模型是否显示的切换开关，显示为ON，否则为OFF。

图6（b）提示信息中每行对应的功能分别为：

* 第一行：帧率FPS显示；
* O键：按下后将弹出OBJ模型打开对话框，用于打开模型；
* S键：按下后将弹出OBJ模型保存对话框，用于保存模型。

本文软件的副界面操作记录控制，用于记录主界面中对模型进行的各种操作的记录信息，包括模型的保存与打开、模型的仿射变换与顶点编辑等，如图2所示。图7（a）为新打开的模型bunny的显示效果，图7（b）为bunny模型打开、转换、保存等操作的记录信息。

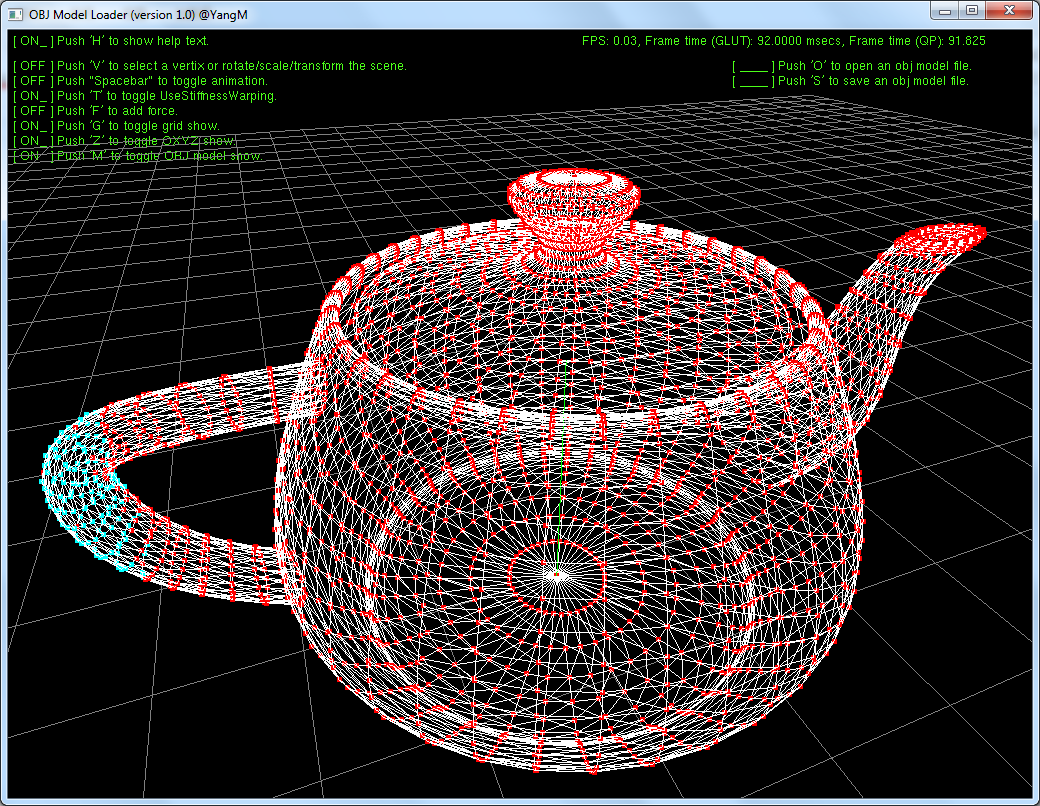
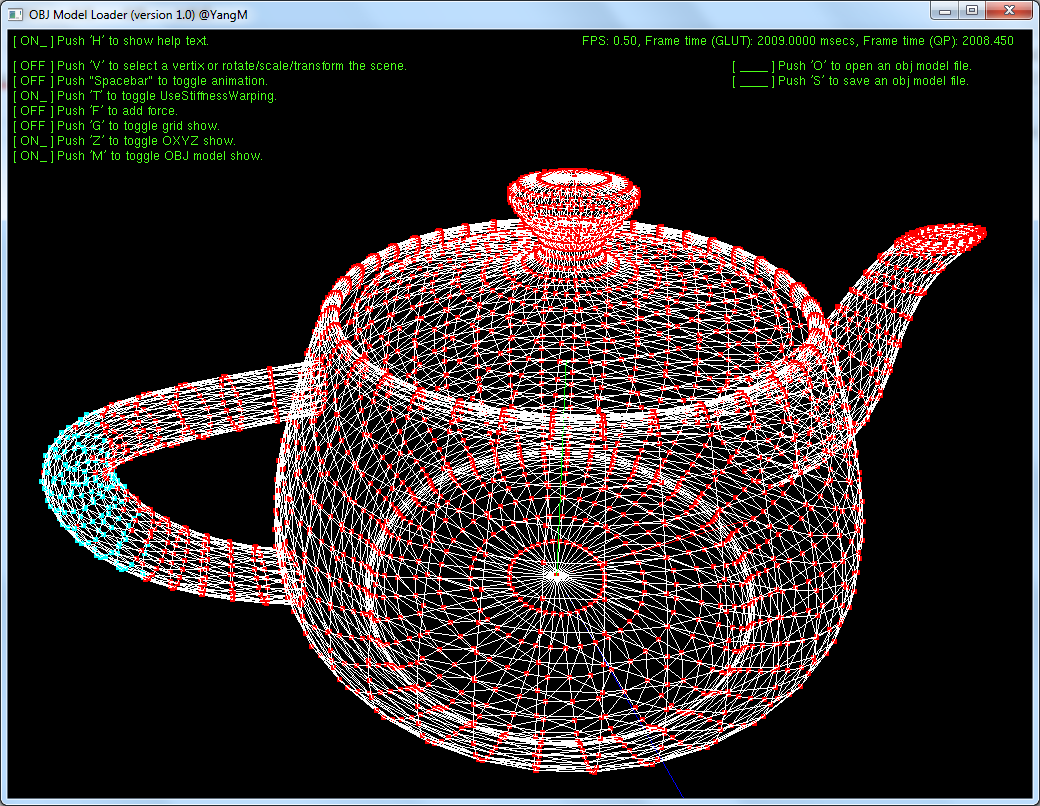
 

（a） （b）

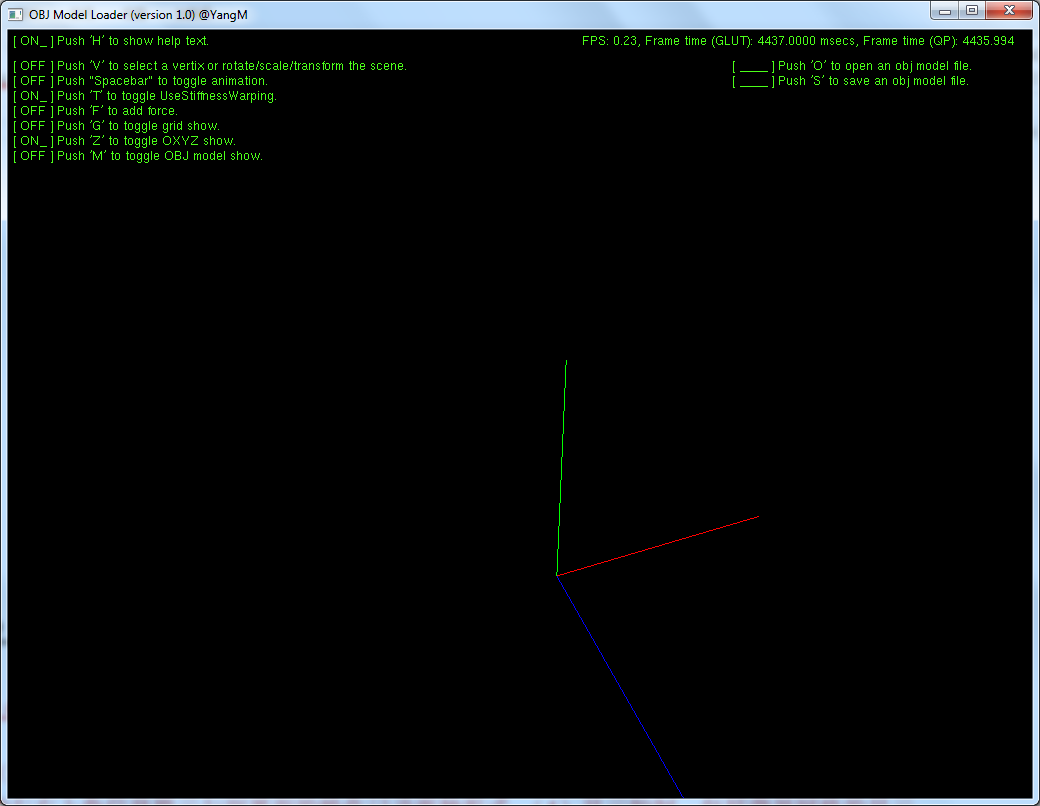
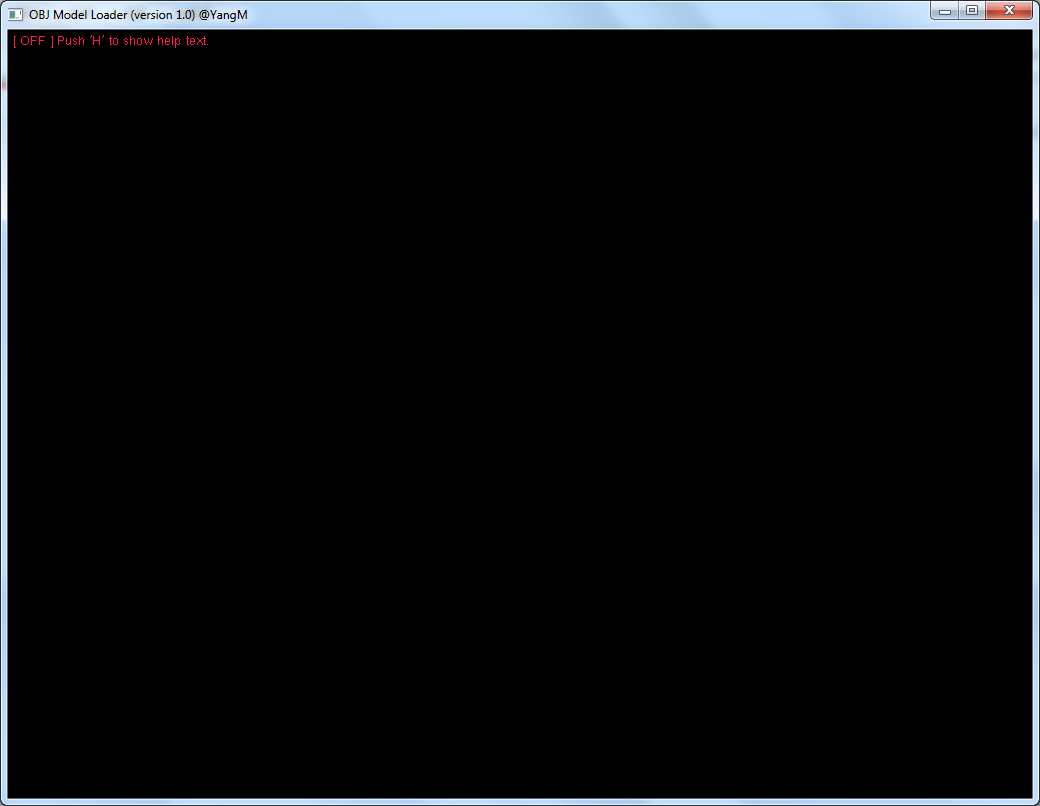
图7 （a）新模型打开；（b）副界面操作记录

1. 显示控制

显示控制包括背景网格显示、参考坐标系显示、模型显示、提示信息显示等；

（a） （b）

（c） （d）

图8 （a）模型显示；（b）关闭背景网格显示；

（c）关闭模型显示；（d）关闭坐标轴与提示信息显示

如图8所示，（a）为带有背景网格、坐标轴以及提示信息的模型显示效果图，（b）为在（a）基础上关闭了背景网格显示后的效果图，（c）为在（b）的基础上关闭模型显示后的效果图，（d）为在（c）的基础上关闭坐标轴显示与提示信息显示后的效果图。提示信息控制以及各功能的操作方法请参见第2.4.2节第（3）部分。

1. 二次开发功能

本文软件支持用户的二次开发功能，对于计算机动画模拟的功能，用户可以将自己的动画代码置于图9中红框内的函数注释部分中，比如基于物理的动画，需要设置刚度矩阵、外力、动画暂停开关等，操作方法请参见第2.4.2节第（3）部分相应的快捷键。对于图形学中的真实感绘制代码，也可以将用户自己定义的绘制函数置于本文软件代码的相应部分中；其他自定义功能亦然。

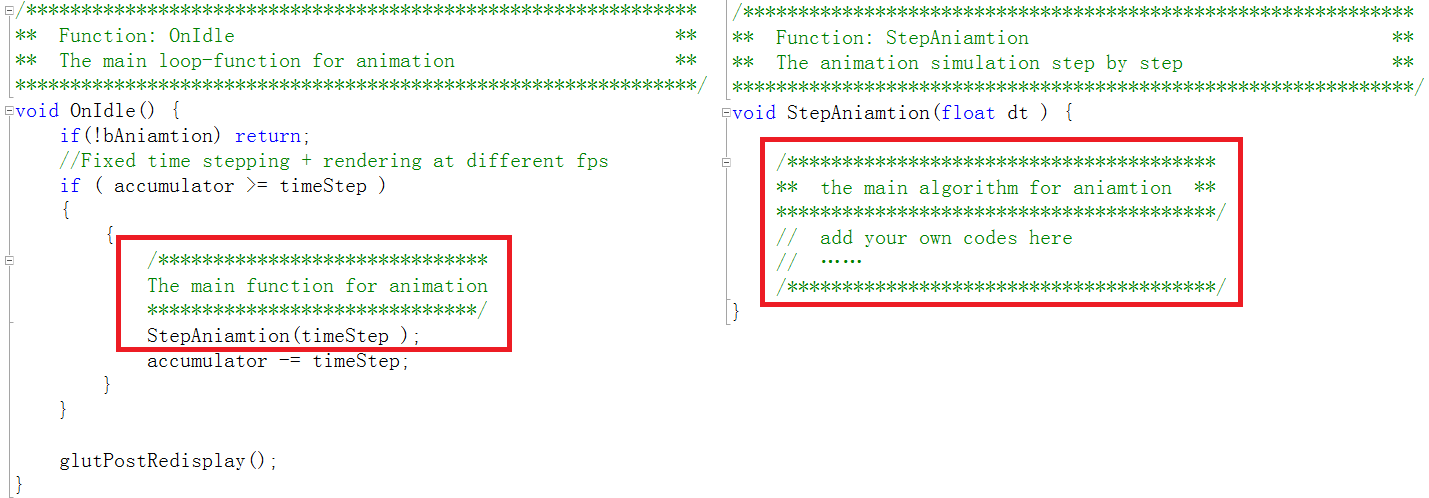


图9 本文软件的二次开发接口

2.5 算法说明

### 2.5.1模型打开与保存

本文软件主要通过win32的控制台程序来实现主要功能，对于其模型打开与保存功能的实现，我们应用MFC中的CFileDialog类来完成。为此，需要包含相应的头文件，即在程序的开头增加语句#include <afxdlgs.h>，同时在文件打开/保存函数内部开始出增加语句AfxSetResourceHandle(GetModuleHandle(NULL))，这样便可以应用CFileDialog类定义相应的打开/保存对话框，并定义相应的按钮的“确定”与“取消”功能。

### 2.5.2模型仿射变换与顶点编辑

模型的仿射变换是在OpenGL库的基础上通过定义鼠标的左键/右键/滚轮的按下、移动、释放等功能来实现的，这些功能共同的特点是对鼠标各键是否被按下的状态以及光标的初始、最终的位置来计算鼠标移动的距离以及方向，二者共同决定整个场景被平移/旋转/缩放程度的大小。

顶点编辑功能分为选点与编辑两步，二者亦是在OpenGL库的基础上通过判断鼠标左键按下时的位置与模型各顶点的最小距离是否小于用户定义的阈值来确定该最小距离对应的顶点是否被选中，如果该最小距离小于用户定义的阈值，那么该顶点则被选中。之后在保持左键按下的状态下，移动鼠标，通过鼠标终态与初态位置来确定位移的大小与方向，进而决定该选中的顶点最终的位置。

### 2.5.3信息提示控制

信息提示控制主要是通过调用头文件“bitmap\_fonts.h”中文字的输出显示功能，来实现主界面中左上角与右上角上的提示显示的显示；而副界面中的操作记录主要是通过头文件iostream中的打印输出功能在win32控制台程序中显示提示信息。

### 2.5.4显示控制

显示控制中背景网格、坐标轴以及物体的显示是通过定义键盘上特殊定义的键被按下的动作，控制开关（布尔）变量的值，进而决定该开关（布尔）变量的值所对应的显示函数的执行与否。对于信息提示文字的显示，请参见第2.5.3节中所述。

### 2.5.5二次开发

本文软件的二次开发功能实现是通过如图9所示的开发接口来实现的，具体方法请参见第2.4.2节中第（5）部分内容。