

使用 OpenGL 再现 3Dmax 模型的研究

沈婧瑶, 杨立丽, 段峰*

(南开大学 信息技术科学学院 自动化与智能科学系, 天津市南开区卫津路 94 号, 300071)

摘要: 随着计算机技术的发展, 虚拟现实技术成为研究的热点问题。而将现实生活中的 3D 模型灵活地在计算机中应用更是虚拟现实的基础。本文使用 OpenGL 技术作为连接计算机和 3D 模型的纽带, 利用 3Dmax 强大的绘制功能, 使复杂的 3D 模型能够在计算机中得到再现, 从而达到模拟仿真的效果。本文分析了 OpenGL 和 3Dmax 各自的优缺点, 并在结合两种软件优点的基础上, 提出了一种将 3Dmax 模型导入 OpenGL 的方法, 实现了复杂 3D 模型在 OpenGL 中的再现。

关键词: OpenGL 3Dmax 顶点绘制 OBJ 文件 模型导入

中图分类号: (字号: 楷体小五黑体)

文献标识码: (字号: 楷体小五)

引言

现实世界中有许多的物体, 其中复杂的多面体占大多数。目前有很多将物体三维模型实体化的方法和相应的软件工具, 例如 OpenGL、3Dmax、ProEngineer (Pro-E)、AutoCAD 等, 它们都有各自的特点, 也分别用于不同的领域。其中 OpenGL 用在包含 CAD、内容创作、能源、娱乐、游戏开发、制造业、制药业及虚拟现实等行业领域中; 3Dmax 主要应用于建筑、影视、游戏、动画方面; Pro-E 主要用于工业建模和建筑设计; 而 AutoCAD 在绘制工件零件以及组合的方面用的很多。

为了在电脑中显示这些复杂的现实中的三维图形, 必须使用一些工具来将这些实体物件模型化, 再将模型在电脑中显示。OpenGL 是一个开放的基于 C++ 编程的图形软件包, 在 OpenGL 中可以实现复杂图形的绘制以及控制, 从而达到模拟仿真的效果。前人也使用了多种方法来实现三维模拟。例如利用 OpenGL 在电脑中实现三维重建, 用模拟事故发生来解决现实中的突发事件^[1]。或者将 OpenGL 与地理结合在一起, 将现实中的地理地形进行三维模拟, 将地图反映成真实的地理环境, 对探索未知领域及模拟飞行提供了可能^[2]。另外 OpenGL 在游戏中的虚拟现实场景应用也十分广泛。本文以复杂人手模型为例, 提出一种 3D 模型再现方法。这种方法针对细节多且曲面复杂模型, 拥有代码简单, 使用方便, 占用内存少等优点。

1. OpenGL 与 3Dmax

OpenGL (Open Graphics Library) 是个专业的图形程序接口, 它提供了功能强大、调用方便的底层图形库, 定义了一个跨编程语言、跨平台的编程接口的规格, 能够用于三维图像 (二维的亦可)^[3]。它提供的接口与硬件无关, 可以在不同的平台之间进行移植。因此, 支持 OpenGL 的软件具有很好的移植性, 可以获得非常广泛的应用。

3Dmax 是一款很成熟的电脑三维动画、模型和渲染软件, 专业性很强, 广泛用于建筑建模和动画创作。3Dmax 软件自身提供部分模型, 也可以利用自身的工具画出更多的更逼真的模型, 同时网上也有大量的 3D 模型资源提供下载。但是 3Dmax 只支持 windows 操作界面, 无法移植其他平台。不过, 3Dmax 支持很多种的导出格式, 其中以 3DS 和 OBJ 的应用范围最广^[4]。

将现实生活中的 3D 模型自由地运用到虚拟世界中是一项需求日益增高的技术, 而 OpenGL 正是在虚拟现实中使用 3D 模型的关键。它不仅可以发挥自身移植性好、适应能力广等方面的优点, 还可以结合键盘或者外部接入设备来控制模型自由的运动。其中 3Dmax 作为

一个辅助性的工具，为创作模型素材提供了支持。可以通过下表进一步地看出 OpenGL 与 3Dmax 各自的特点。

表 1 OpenGL 与 3Dmax 对比

	OpenGL	3Dmax
应用平台	Windows 95、Windows NT、Unix、Linux、MacOS、OS / 2 等	Windows
移植性	很好	不能移植
实现环境	C++	Windows 窗口
3D 图形绘制方法	顶点绘制，需要利用函数，对顶点坐标进行输入或者修改，调试后在窗口中显示	可视化，直观的绘制方法，对多面体的点、边、面进行编辑，达到绘制模型体的效果
3D 模型修改的难易程度	比较困难、繁琐	比较简单、方便
动画控制方法	利用 C++编程后，可以实现鼠标和键盘的控制，控制方法自定，比较自由	主要由鼠标控制，利用设置摄影机来显示动画
网上资源	一般是代码，而且有唯一性	模型打包下载
掌握的难易度	运用简单的 C++编程语言，主要学习 OpenGL 函数库中的函数，比较容易上手	学习软件中的各个按钮的作用方法，需要学习一段时间

由上表可知，OpenGL 与 3Dmax 各有优点和缺点，而充分结合两种方法的优点，可以利用 3Dmax 进行模型的绘制和创作，然后导入 OpenGL 进行进一步编辑。

2. OpenGL 的顶点绘制方法简介

OpenGL 的一大特点是利用顶点来绘制 3D 图形，通过一些函数（如三角形、四边形、多边形）的组合，将输入的点进行整合，最终实现多面体的绘制。已知各个顶点的三个坐标值（XYZ 轴），就可以用立体几何的知识，定义与 XYZ 轴相对的旋转轴与角度。无论是写程序还是看程序都可以很好的理解，而且利用键盘控制物体模型做旋转或者平移的运动也很方便^[5]。

对于一个简单的模型（例如多面体），如果能够写出各个顶点坐标，可以比较容易的画出这个立体图形。由于规则图形的函数对点的坐标先后有要求，即组成一个面的 n 个点一定要在一起。而对于一个复杂的具体的模型，寻找模型中每个顶点的坐标是很困难的，此时用 OpenGL 现有函数库中的函数就根本无法完成绘制。3Dmax 这种类型的工具可以来辅助 OpenGL 显示模型（如图 1 所示）。

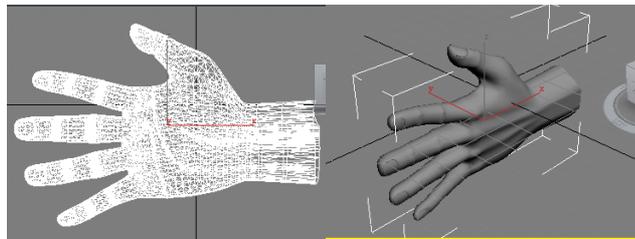


图 1 3Dmax 中显示出的复杂模型（人手模型^[6]） 顶点线框图(左) 3D 模型图(右)

3. OpenGL 导入 3Dmax 模型原理

3.1 显示顶点坐标的 OBJ 文件简介：

3Dmax 可以将模型导出成很多种的文件类型, 其中 OBJ 文件格式支持直线(Line)、多边形(Polygon)、表面(Surface)和自由形态曲线(Free-form Curve)。直线和多角形通过它们的点来描述, 曲线和表面则根据它们的控制点和依附于曲线类型的额外信息来定义, 这些信息支持规则和不规则的曲线。包括那些基于贝塞尔曲线(Bezier)、B样条(B-spline)、基数(Cardinal/Catmull-Rom)和泰勒方程(Taylor equations)的曲线。OBJ 文件特点有: OBJ 文件是一种 3D 模型文件。它主要支持多边形(Polygons)模型。也支持曲线(Curves)、表面(Surfaces)、点组材质(Point Group Materials)。而且支持三个点以上的面。并且支持法线和贴图坐标^[7]。

利用 OBJ 文件的特点能够在 OpenGL 表现出这个物体的基本形态, 而且 OBJ 文件表现为记事本可读。下表 2 注明了对图 2 显示的 8 格 x8 格 x8 格(每格代表 5 个单位)的正方体 OBJ 文件中对于坐标的表示方法。

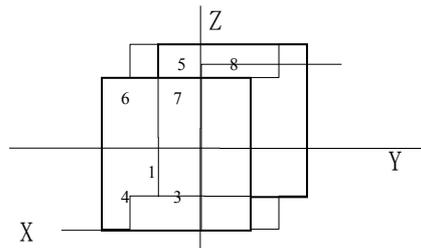


图 2 简单正方体各个点标号次序

表 2 简单正方体 OBJ 文件具体说明

几何体顶点 v (Geometric vertices)				贴图坐标点 vt (Texture vertices)			面 f (Face) 顶点索引/贴图点索引			
X	Y	Z	标号	X	Y	Z	按顶点索引顺序形成面			
-40	-40	-40	1	1.0000	0.0000	0.0000	1/1	2/2	3/3	4/4
-40	40	-40	2	1.0000	1.0000	0.0000	5/4	6/1	7/2	8/3
40	40	-40	3	0.0000	1.0000	0.0000	1/4	4/1	6/2	5/3
40	-40	-40	4	0.0000	0.0000	0.0000	4/4	3/1	7/2	6/3
-40	-40	40	5	共 4 个贴图坐标点			3/4	2/1	8/2	7/3
40	-40	40	6				2/4	1/1	5/2	8/3
40	40	40	7				共 6 个面			
-40	40	40	8							
共 8 个几何坐标点										

图 2 为对于 OBJ 文件具体的坐标点标号顺序。而 OBJ 文件中的面 f 的表示正是按照坐标点的标号, 利用顶点索引(f 面 “/” 前的数)顺序来组成一个完整的面。顶点索引指的是对初始正方体定义的几何坐标点的标号。而贴图坐标点(f 面 “/” 后的数)是用来描述模型中, 贴图的位置的顺序, 就如同在一面墙上粘贴瓷砖, 那么贴图坐标点就是描述一块瓷砖的四个角所在的地方。OBJ 文件虽然简单, 但是可以利用每一个坐标点以及其顺序组成的面完整的表现一个复杂多面体的基本结构, 并将其材质表现完整。

3.2 OBJ 文件导入 OpenGL 及编程实现

将 OBJ 文件导入的方法, 主要是利用其可用记事本直接读取顶点坐标的性质, 与 VC++ 中读取的功能结合起来, 实现 OBJ 文件的导入。选择将 OBJ 文件宏定义为一个文件名, 利用 C++ 中自带的 fopen 和 fclose 对文件实现打开和关闭, 并对其中内容进行

读写操作。

由于 OBJ 文件中主要信息包括以 ‘v’ 为行首的“几何顶点坐标”、以 ‘vt’ 为行首的“贴图顶点坐标”以及以 ‘f’ 为行首的“面”信息。因此对 OBJ 文件的读入主要依靠分辨行首字母来导入各个坐标点，并将其以指针的方式保存在一系列数组中，便于使用。

整个程序在开源网络搜索的代码基础上进行修改和调试。

编写函数 ReadObjFile(), 通过 case 语句实现对行首字母的选择, 从而实现不同的操作, 具体编程实现如下^[8]:

```
void ReadObjFile(pModel)
{
    ch = fgetc(m_FilePointer);
    switch(ch)
    {
        case 'v':
            FillInObjectInfo(pModel);
            ReadVertexInfo();
            break;
        case 'f':
            ReadFaceInfo();
            break;
    }
}
FillInObjectInfo(pModel);
}
```

而当已经分辨好行首字母以后, 编写 ReadVertexInfo() 函数用来读入顶点信息, 通过指针寻找字符位置, 当第一个字符为 f 时, 可以确定为面信息。当第一个字符为 v 时分两种情况考虑: 第一种是 v 后面只有空格, 这时 v 后面的三个数代表顶点坐标; 第二种是 v 后面有 t 字母, 这时 vt 后面三个数为贴图坐标。具体编程实现如下:

```
void ReadVertexInfo()
{
    ch = fgetc(Pointer);
    if(ch == ' ')
    {
        fscanf(Pointer, Vertex.x, Vertex.y, Vertex.z);
        m_pVertices.push_back(vNewVertex);
    }
    else if(ch == 't')
    {
        fscanf(Pointer, "%f %f", TexCoord.x, TexCoord.y);
        fgets(strLine, 100, m_FilePointer);
        m_pTextureCoords.push_back(vNewTexCoord);
    }
}
}
```

使用上述函数即可完成在 OpenGL 中存入 OBJ 文件的坐标点。只需在程序中读出链表中的所存数据, 就可以实现 OBJ 文件模型的导入。

绘制及实现效果如下图 (图 3):

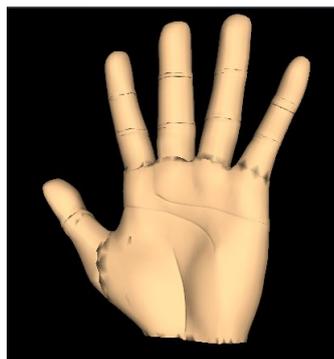


图3 假手仿真模型

上图为使用 OBJ 文件导入假手模型，模型使用 3Dmax 对手模型进行编辑，导出 OBJ 文件，使用 OpenGL 将 OBJ 文件导入。

结束语

本文介绍了 OpenGL 以及 3Dmax 各自的特点，分析了 OBJ 文件的构成与应用，并且结合两种软件各自优点，提供 3D 模型在计算机中再现的方法。利用这种方法不仅可以实现人体关节模型的仿真，还可以应用在机器人实验仿真，模拟动态空间等一系列仿真实验中。能够使人类生活与计算机结合得更加紧密。这种实现方法容易理解，使用方便，代码简单，移植性好。

参考文献

- [1] 张晓, 刘培玉 《OpenGL技术在虚拟现实三维重建中的应用》《计算机工程与设计》第29卷 第18期 2008年9月
- [2] 张文君, 张献州, 王卫红 《基于OpenGL的虚拟现实地图实现方法研究》《RAILWAY COMPUTER APPLICATION》铁路信息系统专辑(1) 2001年8月
- [3] OpenGL简介 <http://www.opengl.org/resources/bindings/>
- [4] 亓鑫辉《Autodesk 3ds Max 2010标准培训教材1》中国邮电出版社 2008年12月
- [5] 李军 徐波 《OpenGL编程指南(原书第7版)》机械工业出版社 2010年3月
- [6] 3Dmax模型资源网 <http://3dmax.3dmax8.com/>
- [7] 百度百科OBJ文件 <http://baike.baidu.com/view/1675063.htm>
- [8] 李普曼 《C++ Primer中文版(第4版)》中国邮电出版社 2008年7月

Representing 3Dmax model by OpenGL

Jingyao Shen, Lili Yang, Feng Duan

(Nankai University, Tianjin, 300071)

Abstract: With the development of computer technology, many researchers focuses on the virtual reality techniques. Regenerating complex 3D models in computers is the foundation of virtual reality. OpenGL can link both virtual reality in computers and 3D models. Using OpenGL, the complex 3D models can be regenerated in the virtual reality vividly. This paper discusses the advantages and disadvantages of both OpenGL and 3Dmax. Taking their advantages, a method of regenerating 3Dmax models in OpenGL was proposed. The results show that this method can regenerate the complex 3D models conveniently.

Keywords: OpenGL 3Dmax Vertex Paint OBJFile Model Import