

基于 OpenGL 的虚拟机器人建模的优化方法

Optimization Of Virtual Robot Modeling Based On OpenGL

杨志晓¹ 韩金池¹ 欧仁辉² (1. 河南工业大学 信息科学与工程学院 河南 郑州 450001;

2. 河北工程技术高等专科学校成教处 河北 沧州 061001)

摘要: 本文对 OpenGL 读取虚拟机器人模型的方法做出了优化。该方法分为三大步:第一步,利用常用三维建模软件构建虚拟机器人型;第二步,将这些三维模型转换为一种简单的“中间格式数据”;第三步,利用 OpenGL 读取“中间格式数据”。实验表明,该方法在虚拟机器人建模中能大大降低建模的难度和复杂度,具有很强的实用性。

关键词: OpenGL 三维建模 虚拟机器人 中间格式数据 MS3D

在机器人肢体语言研究中,作为信息传递载体,这些虚拟或物理机器人实际上代表了信息的提供者。在交流当中,除了机器人传递的声音信息外,往往还需要加上生动的肢体动作,这样将大大提高信息传递的有效性。但是要想机器人能够做出生动的肢体动作,必须有一个相对逼真的虚拟或物理机器人模型,否则信息的传递将大打折扣。本文旨在对三维虚拟机器人常用建模方法做出优化。

1 OpenGL 介绍

虚拟机器人的构建通常采用 VC++ 和 OpenGL。OpenGL 是近几年发展起来的一个性能卓越的三维图形标准,它是在 SGI 等多家世界闻名计算机公司倡导下,以 SGIGL 三维图形库为基础制定的一个通用共享开放式三维图形标准,其特点有:OpenGL 独立于窗口系统和操作系统,以它为基础开发应用程序可以十分方便地在各种平台间移植;OpenGL 可以与 Visual C++ 紧密接口,便于实现机械手有关计算和图形算法,可保证算法正确性和可靠性;OpenGL 使用简便,效率高。通过调用 OpenGL 图形接口,用户可以实现三维图形的变换、颜色模式设置、光照设置、材质设置、纹理设置。

2 常规虚拟机器人模型构建方法及其不足

用 OpenGL 设置完成视景物以及虚拟场景后,必

须开始进行虚拟机器人的建模。常规的建模方法是利用 OpenGL 提供的点、线、多边形、图像和位图等图元以及库函数来构建多关节人形机器人模型。根据人体的结构,虚拟人体可分为头部、肩部、上臂、肘关节、前臂、手关节、手、躯干、髋关节、大腿、膝关节、小腿、踝关节、脚等主要部分。可以先将人体各个部分分别进行绘制,然后按照人体结构通过 OpenGL 平移和缩放等变换技术将他们放置到适当的位置,如图 1。在模型的构建过程中一般采用分层结构,部分关节需要在其相应的关节坐标中构建模块,这样可以单独对其进行活动控制,通过 `glPushMatrix()` 与 `glPopMatrix()` 一对矩阵堆栈操作函数和适当的几何变换来实现各关节模块间的相对位置关系和运动关系,使其能够围绕各自的旋转轴旋转。

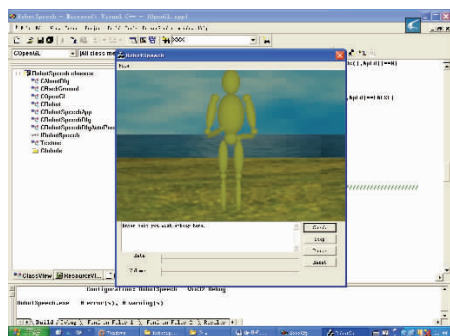


图 1 利用 OpenGL 提供的点、线、多边形、图像和位图等图元以及库函数所构建的机器人模型

以上方法构建虚拟机器人模型虽然在理论上可以实现,但是通常这样构造出来的模型过于简单,缺乏逼真的形体和生动的表情。在虚拟机器人的肢体语言和面部表情研究中,往往需要更为真实的人体形态和面部模型,如果仅通过 OpenGL 实例库提供的基本几何体来构造显然不现实,因为这将是一个非常复杂的工程。此外,标准面部的节点数据很难免费得到,仅通过开发人员自己用 OpenGL 绘制点和面的方法是很难画出一张逼真的人脸的。因此,我们自然会想到,是否可以利用常见的三维制作工具绘制出一个生动的人体模型,加入相应的骨骼,再以一定的三维数据存储结构保存这些复杂的三维模型,然后利用 OpenGL 进行读取,最后利用 OpenGL 操纵和管理这些模型。但是目前三维建模的工具很多,具有代表性的有 Autodesk 公司的 3DS MAX 以及 Alias/Wavafont 公司的 maya 等。由于模型的设计人员所青睐的三维软件不同,所做出的人体模型数据存储格式也不尽相同。在用 OpenGL 读取这些文件的时候,针对不同的数据格式得有不同的读取方法,这会对开发人员带来很多不便,因为这要求开发法人员了解各种三维格式的存储。因此设想是否能够将 3DSMAX 及 maya 等数据格式的模型文件统一转化为一种简单易读的“中间格式数据”,再用 OpenGL 读取中间格式文件,这样开发人员只需要了解一种相对简单的“中间格式数据”的存储方式就可以读取不同格式的三维数据模型,大大缩小了开发人员的工作量。而 MS3D 格式是一个很好的选择。

3 MS3D 文件格式

MS3D 是 MilkShape 3D 的存储格式。MilkShape 3D 是一个多边形建模工具,最初是为 Half - Life 设计,在后来的发展过程中,逐渐加入了其他格式的三维模型的输入输出功能。由于 MS3D 格式的存储结构易于用 C 语言描述并且简单清晰易读,而 MilkShape 3D 能够支持很多其他格式的三维模型输入并可将其导出为 MS3D 格式,所以将 MS3D 作为不同三维数据模型读入 OpenGL 的“中间数据格式”将会起到简化工作量的目的。MS3D 文件的数据结构如下:

//文件头部

```
struct ms3d_header_t
{
```

```
    char id[10];        // always "MS3D000000"
    int version;       // 3
}
//网格信息
struct Mesh
{
    int m_materialIndex;
    int m_numTriangles;
    int * m_pTriangleIndices;
}
//材质属性信息
struct Material
{
    float m_ambient[4], m_diffuse[4], m_specular[4], m_emissive[4];
    float m_shininess;
    GLuint m_texture;
    char * m_pTextureFilename;
}
//三角形结构信息
struct Triangle
{
    float m_vertexNormals[3][3];
    float m_s[3], m_t[3];
    int m_vertexIndices[3];
}
//顶点结构信息
struct Vertex
{
    char m_boneID;
    float m_location[3];
}
//关节连接信息
struct MS3DJoint
{
    byte m_flags;
    char m_name[32];
    char m_parentName[32];
    float m_rotation[3];
    float m_translation[3];
```

```
word m_numRotationKeyframes;
word m_numTranslationKeyframes;
}
```

4 将 Maya 和 3DSMAX 等格式文件转化为 MS3D 格式

由于很多三维制作软件制作人体模型非常方便，我们通过简单的操作就能绘制出相对复杂的人体模型。代表性地，我们分别选择 Maya 和 3DSMAX 两个当前最流行的三维制作软件为例，将两个制作完成的三维虚拟机器人模型转为 MS3D 格式。假设已经分别用两款软件完成了机器人人体的构造且加入了相应的骨骼，如图 2 图 3 (其中图 2 为玛雅制作，图 3 为 3DSMAX 制作)。

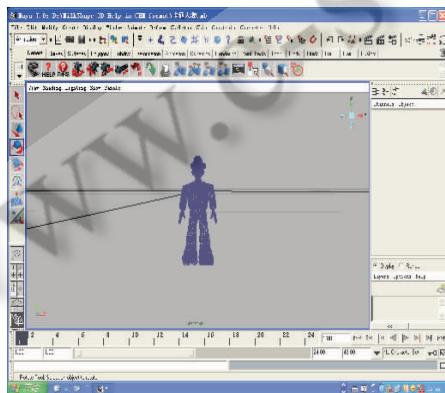


图 2 maya 制作的人体模型

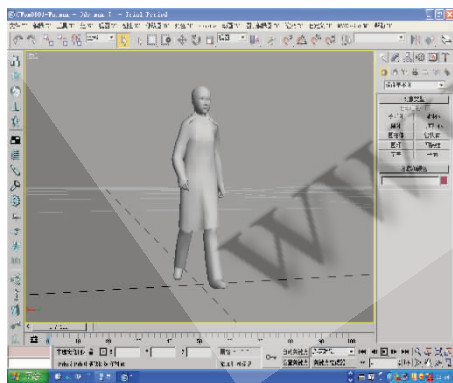


图 3 3DSMAX 制作的人体模型

分别通过两款软件的 File -> Export 功能将机器人模型导出为 OBJ 文件。再用 MilkShape 3D 进行 OBJ 文件的读取，读取方法为 File -> Import -> Wavefront

OBJ, 读入效果如图 4 图 5。然后对读入到 MilkShape 3D 的人体模型进行保存来得到模型的 MS3D 格式文件。

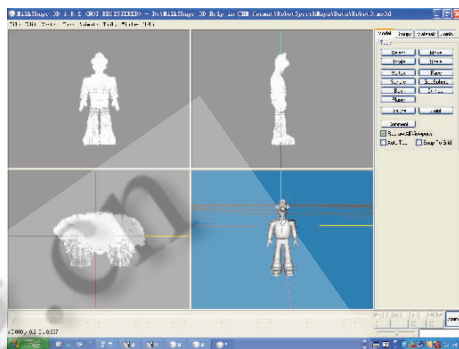


图 4 maya 模型读入到 MilkShape 3D 后的效果

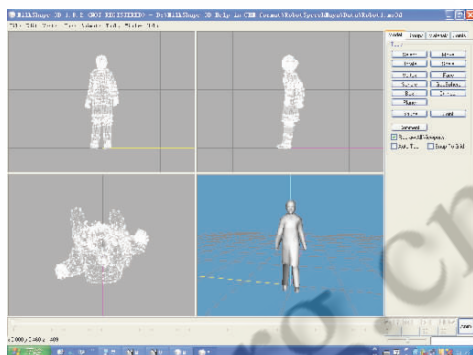


图 5 3DSMAX 模型读入到 MilkShape 3D 后的效果

5 OpenGL 读入 MS3D 文件

有了 MS3D 格式的机器人模型，我们就能够容易地将机器人模型读入 OpenGL。OpenGL 用二进制方式读入模型，包括 MS3D 格式的顶点信息、三角信息、网格信息、纹理信息、骨骼信息、关节信息等，并且利用 OpenGL 的点和面的绘制函数重新对 MS3D 文件提供的点、面等图形元素信息进行绘制，从而成功完成在 OpenGL 中虚拟机器人的建模工作，由于带有骨骼关节信息，所以能够进行动作的协调控制。读取 MS3D 文件的主要方法有(限于篇幅，此处仅给出函数名)：

```
loadModelData( const char * filename ) //将模型数据以二进制解析并读入到 MS3D 数据结构
draw() //读取 MS3D 数据结构的数据信息并且利用绘制点和面的方法重新将其绘制在视景体中
reloadTextures() //对根据 MS3D 数据信息重新绘制的图形进行纹理贴图
```

虚拟机器人在 OpenGL 中的绘制结果如图 6、图 7:

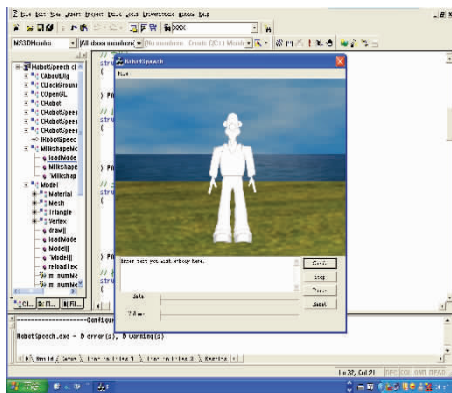


图 6 maya 人体模型在 OpenGL 中的绘制效果

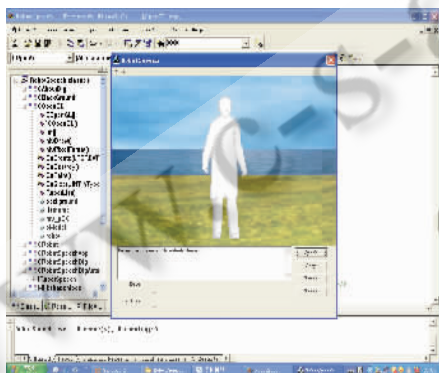


图 7 3DSMAX 人体模型在 OpenGL 中的绘制效果

6 结束语

直接通过 OpenGL 进行虚拟机器人建模非常复杂,将 Maya、3DSMAX 等三维制作软件作为 OpenGL 的辅助建模工具能够大大降低 OpenGL 三维建模的复杂度,而将 MS3D 作为这些三维模型文件格式的“中间格式数据”,又将进一步为开发人员提供了方便,开发人员只需几个简单的“导入”“导出”,就可以将 Maya、3DSMAX 等格式转换为简单的 MS3D 格式,并且通过简单的 OpenGL 绘制函数操作将三维模型绘制在 OpenGL 场景中。当然在读取的模型数据量非常大的

时候还必须配合有相应的显示技术,例如显示列表等。这种方法不仅适用于虚拟机器人的研究,还适用于各种需要利用 OpenGL 进行复杂图形建模的领域。

参考文献

- 1 杨志晓,徐朝辉,张德贤.基于虚拟和物理化身的中文文本信息具体化.系统仿真学报.
- 2 毛恩荣,宋正河,顾文艳.人机界面虚拟设计中三维人体模型的构造.中国农业大学学报.2001,6(6).
- 3 郝文化,文自勇,王浩强,曹华伟.OpenGL 高级编程与可视化系统开发高级编程篇.中国水利水电出版社.2006.
- 4 徐军,张昭华.三维人体数据处理及真实感显示技术.天津工业大学学报,2004,(10).
- 5 向南平,江资斌,左廷英.OpenGL 中 Maya 模型的应用.微型电脑应用.2002,18(10).
- 6 陈晓群.Maya 建模方法初探.科技咨询.2006.
- 7 汪木兰,张崇巍,徐开芸.多关节虚拟机器人构建与运动学实现.制造业自动化,2006,2.
- 8 陆军,穆海军,杨明,朱齐丹.基于 3 DS Max 与 OpenGL 的机械臂仿真与控制.信息技术,2007,(11).
- 9 马阿曼.基于 OpenGL 与 3DS MAX 的虚拟场景漫游系统的设计与实现.计算机与现代化,2007(12).
- 10 谢魏.浅谈 M aya 动画制作流程.电脑知识与技术,2006,3.
- 11 侯俊杰.深入浅出 MFC 第二版.华中科技大学出版社.2006.5.
- 12 郭兆荣,李菁,王彦.Visaul C + + OpenGL 应用程序开发.人民邮电出版社.2006.
- 13 姚智斌.基于 3DS MAX 建模和 OpenGL 编程的机器人图形仿真和控制.气象水文装备,2004,16(4):6—9.
- 14 杨成云,朱建新.OpenGL 在机械手三维运动仿真中的应用.计算机仿真,2005,22(3):175—177.