

虚拟装备训练三维建模的关键技术与实现

Key Technology and Realization on Three-Dimensional Modeling of Virtual Equipment Training

空军第一航空学院 王建军
空军驻洛阳地区军代表室 和麦成
中国人民解放军驻 218 军事代表室 张勤安

[摘要] 虚拟装备训练是熟知装备和实战演练必不可少的一种手段。本文介绍了将 Creator 应用于虚拟装备三维建模的技术路线,讨论了建模过程中所用到的实例化、LOD 和公告牌 3 个关键技术,通过这些方法解决了虚拟装备三维建模的精细程度与数据量之间的矛盾,并结合实际加以应用。

关键词: Creator 虚拟装备训练 三维建模 实例化 LOD

[ABSTRACT] It is a indispensable means of virtual equipment training in knowing equipment and actually training. In this paper, a technology method applying creator to three-dimensional modeling of virtual equipment is introduced. Three key technologies about instance, LOD and billboard used in the modeling are discussed. The contradiction between accuracy and data quantity in three-dimensional modeling of virtual equipment is solved by these methods in actual application.

Keywords: Creator Virtual equipment training Three-dimensional modeling Instance LOD

科学技术的迅猛发展使得大型新装备不断更新,但是这些大型装备无法一并装配培训院校供学员实习,虚拟装备训练便成为解决这一矛盾的关键所在。虚拟现实是指由计算机生成的一种实时三维空间^[1]。虚拟装备是指在新型装备理论技术的基础上,采用先进的信息化手段和技术,将新装备各项资源都数字化,形成一个数字空间;将物质资源变为取之不尽用之不竭的信息资源。其中,虚拟装备的三维建模是实现装备数字化的重要基础。本文结合虚拟装备三维设备的建设着重讨论了用 Multigen Creator 对其建模的关键技术、实例化技术、多层次细节模型技术和公告牌技术。

1 Creator 软件及用于虚拟装备三维建模的技术方法

现在流行的三维建模工具主要有 AutoCAD、3DS

Max、Multigen Creator。AutoCAD 允许用户借助灵活的体、面、边编辑技术编辑三维实体,实现面的移动、旋转、平移、删除、复制、颜色改变,实体的拆分或实体有效性的检查。但对于大型装备,如果每个设备都这样建模不仅费时,而且也不实际。3DS Max 建模功能强大,对对象的细节描述非常生动,适合于对象的精细建模;但是其建模数据量非常大,不能满足实时渲染对数据量的要求,需要简化、消除冗余数据才能用于虚拟装备训练的三维建模。Multigen Creator 是专门为复杂的虚拟场景实时漫游设计的建模工具,有良好的用户交互界面、建模速度快,而且建立的模型较小,不会影响虚拟环境的实用性,但是在精细建模方面却不能和 3D Max 相提并论^[2]。

“虚拟装备三维可视化研究”课题要求能够实现实时漫游,对模型的精度要求却不是很高,所以结合课题的实际情况我们采用 Multigen Creator 进行建模,并用 Vega 实现其漫游功能。将 Multigen Creator 应用于虚拟装备的三维建模的技术方法如下:

(1) 准备数据。从 AutoCAD 制作的装备平面图中提取建模要用到的设备参数,并将其保存为 *.dxf 格式,该数据格式后期可以直接导入 Multigen Creator。

(2) 制作纹理。利用数码相机拍摄到的大型装备的数字影像,然后利用 Photoshop 图像处理软件对其进行纠正、缩放、匹配处理,为了能够在 Vega 中实现实时渲染和漫游时纹理不发生变形和丢失,将纹理文件转化为 Vega 中支持的文件格式 RGB (包含 R、G、B 这 3 个颜色通道)、RGBA (包含 R、G、B 这 3 个通道和 1 个透明通道)、INT (仅包含 1 个灰度通道)、INTA (包含 1 个灰度通道和 1 个透明通道)、BMP 或 JPG,纹理的大小修改为 Vega 规定的像素长度 $2n$ 。

(3) 虚拟装备三维模型的建立。将 AutoCAD 制作的装备平面图导入 Creator 中,并在此基础上建模。

(4) Creator 对模型数据的加工处理。主要是对以上步骤所建立的各种模型进行数据层次结构的组织、LOD 模型的制作等。

(5) 三维仿真系统的驱动。应用 Vega 开发平台进

行二次开发,建立数字装备训练的三维训练系统,实现系统的三维漫游和分析等功能。

开发流程图如图 1 所示。

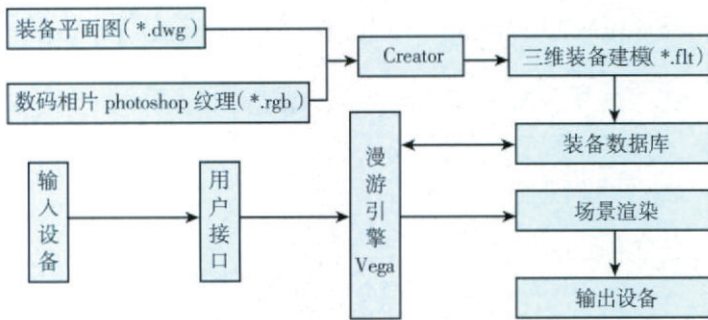


图1 三维建模开发流程示意

Fig. 1 Diagram of three-dimensional modeling development flow

2 Creator 建模的关键技术

2.1 实例化技术

一个实例是指对模型数据库中某个对象的一个参考副本,仅仅是指向模型数据库中模型对象的指针,并没有复制模型对象的几何形体。所以,节省了计算机运行的开销^[2]。如果同一设备(插头、插座、拉杆和螺帽等)在场景中被多次使用,也就是说除了空间位置,几何形状和属性都相同,那么可以建立一个模型,在以后的使用过程中采用实例化技术(Instance)引用该设备模型即可。对于对称的模型(左右机翼、前后起落架、对称的设备等)也可以采用实例化技术,这样可以节省大量的硬盘和内存空间。

2.2 层次细节技术

层次细节(LOD)是一组代表设备数据库中同一设备而又具有不同的细节程度的模型对象,不同细节程度版本设备的多边形复杂度也不一样,细节程度越高模型设备所包含的多边形数量也越多^[3]。

在 Creator 建模中利用 LOD 技术,具体而言就是如果对于某一训练内容较远的场景,则使用由多边形数相对较少的低 LOD 显示设备对象,随着视点的移动,实时系统会逐渐用越来越复杂的高 LOD 代替,反之亦然。因为每一个实时系统能显示的多边形数目都是有限的,所以使用 LOD 技术可有效提高设备数据库的多边形利用率,在有限条件下取得最佳的视觉效果。

2.3 广告牌技术

Multigen Creator 中的广告牌(Billboard)是那些设备数据库中可以在实时仿真过程中始终保持面对视点的多边形^[4],广告牌通常用于创建场景中类似于起落架支撑柱和千斤顶等具有对称性的物体,甚至可以用一个多边形来表现具有大量细节的设备模型对象。比如,在

场景中需要用千斤顶将飞机顶起而建立千斤顶模型,就可以用二维的公告牌多边形,通过给它映射透明纹理使其看起来具有逼真的三维效果。

3 应用实践

下面以虚拟装备为例具体说明 Creator 在虚拟装备三维建模中的应用。

3.1 实例化技术

在虚拟装备的建模过程中发现装备内有些设备是对称存在的,有些设备的外形是一样的,还有很多完全一样的设备,所以对这类设备可以采用实例化技术,以便节省硬盘和内存的空间。如图 2 所示,起落架支柱采用的就是实例化技术。在该飞机主体中只建立 1 个起落架支柱(4 个面),其他 2 个支柱采用的就是实例化技术,实际上只存储了 4 个面,节省了计算机运行的开销。

3.2 层次细节技术

(1)整理数据库。首先,在组节点 gn (group nod) 下创建 LOD 节点,分别命名为 High、Medium、Low。然后添加 Medium 的内容,复制 High 的内容并简化它。但是先不要在 Low 下添加任何内容,直到完成了 Medium 设备模型,复制并简化它,如图 3 所示。

(2)删除法。将设备模型的细节部分删除,保留其主要部分。该方法适用于对训练场景的烘托。如图 4 所示,几架飞机同时进行各种内容科目的训练,可以就近景或远景使用不同层次细节的机身模型。

(3)抓图法。即将模型的某个侧面最大化显示在屏幕上,利用截屏(Print Screen)功能抓取图像,然后处理为纹理文件,即可用一个面关联该纹理表现模型的整个侧面。该方法适用于大型装备的主体部分,特点是可以用小数据量表现较多的内容。

虚拟装备训练建模文件 xnzbxl.flt 表现的是细节较为详细的 LOD 模型,在 xnzbxl.flt 文件中需要添加层次



图2 采用实例化技术的起落架支柱

Fig. 2 Landing gear strut using instance technology

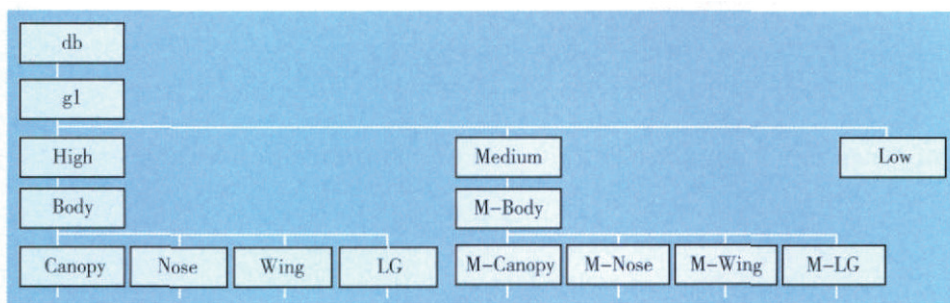


图3 LOD节点简化流程图
Fig. 3 Arrangement flow of LOD



图4 不同层次细节的机身模型
Fig. 4 Fuselage model with different gradations and details

细节的设备模型下添加1~2个层次细节。尽管加入层次细节以后文件的多边形数会增加,但是通过设置视点的距离,每段距离范围内只表现设备模型的一个层次,这样还是会加快实时系统的效率。

3.3 广告牌技术

将 Billboard 用于部分光滑支柱的建模。Billboard 采用多边形面模拟方法,此方法能保证多边形会随着视点变化绕指定轴旋转,时刻保持二维纹理支柱图像指向观察者。优点就是能够生成使观察者满意的支柱视觉假象。但是,由于视点改变时要旋转二维纹理,而实体的旋转变换是一个矩阵相乘运算,因此运算量大,且阴影计算量也大。

图5就是用 Billboard 技术制作的起落架支柱。如果采用十字交叉法,计算量会大大减少、显示速度较高,但是阴影效果不好。所谓的十字交叉法就是用2个十字交叉的面来构造对象的模型,在互相垂直的平面分别映射相同对象的纹理。利用人的视觉误差,感觉上是不

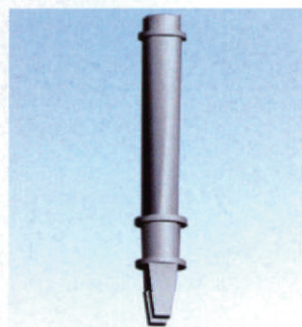


图5 Billboard技术制作的起落架支柱
Fig. 5 Landing gear strut using billboard technology

同角度总可以看到相同对象的图像。所以,本文中利用这2种方法,远景的起落架支柱用十字交叉法,近景的起落架支柱用 Billboard 法。

3.4 试验结论

试验中记录了图4的High、Medium、Low三个模型的多边形数量分别为121464、30366、5061。试验结果表明,较低LOD模型的多边形数量基本上是较高LOD模型多边形数量的4.2%。

5 结束语

本文将 Multigen Creator 应用到三维建模中来实现大型装备的模拟训练,通过使用实例化技术、层次细节技术和广告牌使得建立的设备模型数据符合实时渲染的要求,达到了用 Multigen Creator 建模的目的,提高了模拟训练在漫游过程中的显示速度,实现了无实际装备训练。

参考文献

- [1] 房施东,杨清文,程义,等. 火箭炮装填训练视景仿真系统的设计与实现. 计算机仿真,2007(1):307-310.
- [2] 王乘,周均清,李利军. Creator 可视化仿真建模技术. 武汉:华中科技大学出版社,2005.
- [3] 赵征凡,杨作宾,李建国. 基于三维视景的虚拟武器装备系统. 兵工自动化,2006(10):13-14,18.
- [4] 王海洋,高钦和. 大型装置起竖过程视景仿真系统研究. 计算机仿真,2007(3):184-186.

(责编 小颖)

(上接第78页)

- [2] Erwin V Zaretsky, Jonathan S. Litt, Robert C. Hendricks, "Determination of Turbine Blade Life From Engine Field Data," 49th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, AIAA-2008-2225.
- [3] Nakamura, M; Katafuchi, T; Hatazaki, H; Decisions for Maintenance-Intervals of Equipment in Thermal Power Stations Based on Few Data, Reliability, IEEE Transactions on Volume 50, Issue 4, Dec. 2001:360-364.
- [4] M S Mackisack, R H Stillman. A cautionary tale about Weibull analysis, IEEE Trans. Reliability, 1996,45:244-248.
- [5] 苏清友. 航空涡喷、涡扇发动机主要零部件定寿指南. 北京:航空工业出版社,2004.
- [6] 野中保雄. 可靠性数据的收集与分析方法. 北京:机械工业出版社,1988.

(责编 岩石)