

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.01.008

基于 VRML 的火箭炮虚拟结构漫游技术

李慧翔, 陈志刚, 郑义, 李鑫, 李男
(解放军炮兵学院 5 系, 安徽 合肥 230031)

摘要: 针对火箭炮结构教学存在的理解抽象困难、难以观察到内部结构等问题, 提出了构建火箭炮基于 VRML 的虚拟漫游场景。3DS MAX、UG、Vrml 等软件相结合的方法对火箭炮结构漫游场景进行建模, 综合运用视点绑定技术、JavaScript 脚本语言和 VRML 自身的触发节点, 实现了自动漫游、交互式漫游、悬浮导航菜单等复杂交互功能, 构建一个生动直观、丰富多彩的虚拟的漫游学习场景。

关键词: 虚拟现实; 火箭炮; VRML; 漫游
中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A

Walkthrough Technology of Rocket Artillery Dummy Structure Based on VRML

LI Hui-xiang, CHEN Zhi-gang, ZHENG Yi, LI Xin, LI Nan
(No. 5 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Aiming at the structure teaching problem of rocket artillery such as difficult to understand, hard to observe the internal structure, put forward the rocket launcher virtual walkthrough scene based on VRML. The 3DSMAX, UG and VRML are combined to modeling. Using view point controlling technology, VRML and JavaScript language, the function of automatic walkthrough, interactive operating walkthrough, suspended navigation menu and other complicated interactive functions are realized. A vivid virtual walkthrough learning environment is constructed.

Keywords: Virtual reality; Rocket artillery; VRML; Walkthrough

0 引言

某火箭炮结构复杂、原理抽象, 解剖件和模型价格昂贵, 给兵器结构原理和勤务的教学与训练带来了较大的困难。传统的教学方法已不能满足教学和训练的需求, 装备挂图及投影片只能二维、静态地展现装备的单方面情况; 教学视频录像缺少可交互性。而全部使用实装教学和训练, 则存在装备展开受场地和天气影响、动车动炮磨损大、难以观察内部结构等问题。随着计算机技术、虚拟现实技术的发展, 创建能三维展示、可交互、能远程访问以及有高逼真效果的虚拟环境已不成为可能。故采用 VRML、JavaScript 和计算机 3D 技术, 创建火箭炮虚拟结构漫游场景, 并加入一定的交互性操作。

1 虚拟场景的创建

根据场景模型的特点, 把整个场景的建模分为基本场景建模、精细部件建模和环境建模 3 部分。系统场景建模的总体结构图如图 1。

1) 基本场景建模。主要是对火箭炮的大部件建模, 对于模型的精细度要求不是太高。对于外形轮廓接近矩形的零部件, 可以采用事先拍摄的该零部件各个立面的照片作为纹理, 贴在模型的外表面,

以达到建模的要求。

2) 精细零部件的建模。对于要求重点掌握内部结构原理的零部件, 需按照实装全尺寸缩小比例进行精细建模, 以反映部件的每个小零件, 模型精细度比较高。

3) 环境建模。为使整个场景更加贴近真实环境, 创建天空和地面, 并模拟光照的效果。

在 VRML 中建立实体模型通常有 2 种方法: 1) 利用 VRML 语言编写, 工作量大, 比较适合建立简单的模型; 2) 用三维建模软件建模, 再导入 VRML。由于该火箭炮结构复杂, 对建模精度要求高, 因此采用 UG、3DS MAX、VrmlPad 等软件相结合的方法创建虚拟场景。

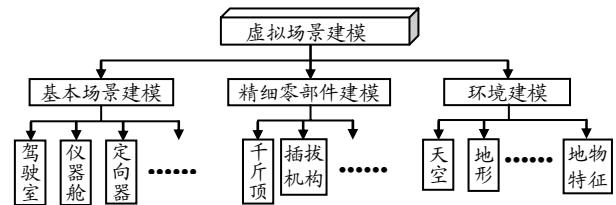


图 1 建模总体结构图

1.1 环境建模

设置背景通过设定 Background 节点各域的参数来实现, 可分为 2 种设定方式: 一种是通过颜色

收稿日期: 2009-07-30; 修回日期: 2009-09-07

作者简介: 李慧翔 (1985-), 男, 山东人, 解放军炮兵学院在读硕士, 从事武器系统仿真技术研究。

插值模拟大地和天空；一种构造背景的全景图。其中第 2 种方式，把全景图看成无穷大的立方体，作为背景的 6 幅图片分别位于立方体的 6 个面。采用第 2 种方式可实现纹理映射的无缝粘贴，确保环境模型纹理图像的连续性，创建较为真实的空间背景。

1.2 基本场景建模

根据基本场景建模的特点，选用 3DS MAX 软件作为基本场景的建模工具。火箭炮的外观和几何形状数据主要来自于相关资料的介绍和实装测量，纹理数据来自实地用数码相机多角度对静态实体拍摄的照片。根据层次结构原理，遵循由里到外，由上到下的原则，逐层逐块地利用 3DS Max 提供的点、线、面、体等创建和修改工具来创建三维模型。使用的建模方法有：基本几何体建模、扩展几何体建模、布尔运算（并、交和差运算）、拉伸（或挤压）、旋转、放样、贴图和混合建模等。为提高三维模型的逼真度，减少模型的多边形数量，对于较细节的部分，采用纹理映射的方法，即在对应位置的多边形面上“帖”上相应的纹理图片代替详细模型。这样，可以极大地减少模型的多边形数目和模型复杂度，从而提高图像输出时的显示速度。图 2 为电台模型，图 3 为仪器舱模型。

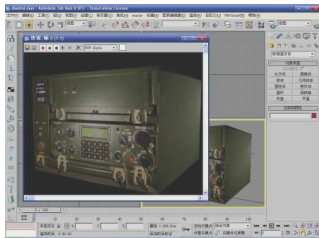


图 2 电台模型

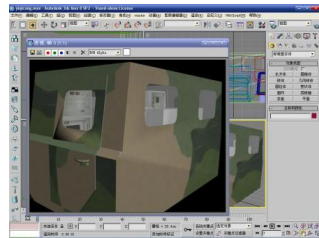


图 3 仪器舱模型

1.3 精细零部件建模



图 4 装配后的千斤顶实体模型

由于场景中的精细零部件对建模精确度要求较高，而 UG 强大的参数化建模功能正好能满足对精

细零部件建模的要求。以建立千斤顶的模型为例，建模时，首先在 UG 的建模模块中建立各个零件的模型，再在装配模块中进行部件和完整千斤顶模型的装配。图 4 为完成装配后的千斤顶实体模型。

1.4 模型的导出

在 UG 中，通过 File 菜单中的 Export 命令输出的.WRL 文件可直接在 VRML 中进行浏览。

而在 3DS MAX 中，通过 File 菜单中的 Export 命令输出的.WRL 文件有许多输出参数，合理地设置这些参数对 VRML 文件的最终效果和大小很重要。下面是在导出时对一些参数的设置：

Indentation: 选中该选项，这时输出的 VRML 文件将自动地缩排使其便于阅读。**Pirimitives:** 选中该选项，3DS MAX 在输出的 VRML 文件中将尽量使用 Box 节点和 Sphere 节点这样的原始节点来创建整个虚拟世界，可以大大缩短所得到的 VRML 文件的长度。**Initial:** 在该项输入虚拟场景中的初始视点，当打开浏览器窗口时显示此视点。**Digits of Precision:** 选择默认值，该项指定输出 VRML 文件中空间造型的尺寸精度，即小数点后面所保留的位数，其缺省值为 4，可满足大多数情况下的尺寸精度要求，如果设置一个较大的尺寸精度，会增大输出 VRML 文件。

通过对模型的建立、导出，完成了虚拟场景的创建，效果如图 5。

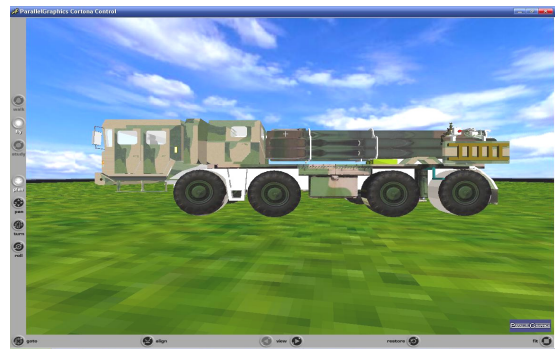


图 5 虚拟场景效果图

2 场景漫游交互功能的实现

2.1 自动漫游的实现

自动漫游过程中，不需要用户的参与，能自动改变用户的视点，从而可以完成自动引导用户漫游浏览火箭炮。

自动漫游实现的具体思路是：场景不变，移动视点的位置来改变所见场景内容。其原理是将替身和视点绑定，替身初始化放在文件中预定义的

Viewpoint 视点, 当改变场景视点时, 替身的位置和方向一并改变, 这样, 观察者就可以依次看见不同的场景了。

在系统中, 采用创建摄像机视点动画的方法来实现自动漫游。视点动画主要依靠时间传感器、各种插补器协同完成。在一定的时间段内, 利用相应的插补器设定多个关键帧中控制改变的输出值, 最后再用 Route 语句将传感器、插补器和要控制的视点连成一条通路即可。图 6 描述了自动漫游视点的动画过程。

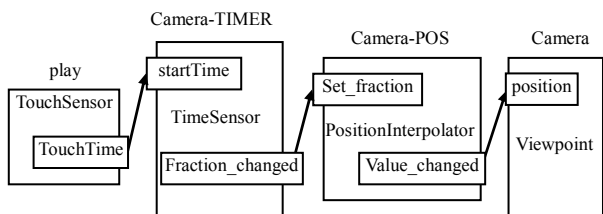


图 6 自动漫游视点的动画过程图

视点的动画采用线性差值算法。VRML 提供了一组内插器节点, 包括位置插值器节点 (PositionInterpolator)、方向插值器节点 (OrientationInterpolator) 等。只要给出一组关键码和对应每一个关键码所要发出的关键码值, 就可以完成视点动画的动作。以下代码命名为“AUTO”的动画视点进行线性差值的程序:

```
DEF AUTO Viewpoint {.....}
#给视点命名为 AUTO DEF
play TuuchSensor { } #视点开始动画引擎
DEF AUTO-TIMER TimeSensor {loop FALSE
cycleInterval 10}
DEF AUTO-POS PositionInterpolator {
#进行位置线性差值
Key (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1}
KeyValue[15.8 6 25.3, 10.5 6 10.7,5.3 6 0.2,0.3 6
-10.8.....]}
ROUTE AUTO-TIMER. fraction _changed TO
AUTO-POS.set_fraction
ROUTE AUTO-POS.value_changed TO AUTO.set_
position #改变视点位置
```

2.2 交互漫游的实现

采用创建摄像机视图的方法来实现交互式漫游。使用建立的摄像机可以最佳场景或者展示场景中重点部件的特写。选择摄像机视图还可以很好地控制希望用户看到的场景。由于 Viewpoint 节点在 VRML 文件中直接控制场景中视点的方向很困难, 因为在 Viewpoint 节点中必须给出一个空间的旋转轴和旋转角度, 而在 3DSmax 中可以直接对一个摄

像机进行所需要的调节, 直到最后得到满意的空间视点, 实现真正的所见即所得。在场景中建立的不同摄像机移动路径可以在悬浮菜单上列出。用户可以通过选择悬浮菜单上的按钮在场景中导航。

2.2.1 制作悬浮导航菜单

悬浮导航菜单 (场景中显著位置的一组按钮) 用来选择场景中不同的视点, 其效果如图 7。悬浮菜单的创建主要是利用位置触发器 ProximitySensor 节点的属性。按钮通过 box 节点在场景中建立。ProximitySensor 节点指定一个可感知的区域, 当观察者的位置和方向改变时, Position_changed 和 Orientation 域 (eventOut 出事件) 输出新的位置和方向, 把此值传给 box 节点, 就可以实时改变按钮的位置, 达到按钮始终处于场景固定位置的效果。在按钮造型中加入 anchor 节点, 使其链接对应的视点。代码如下:

```
DEF Where ProximitySensor {size 60000 60000 60000}
DEF Main Transform {
children Transform {
children Anchor {
.....
url "#Camera04"}}}
ROUTE Where.position_changed TO
Main.set_translation
ROUTE Where.orientation_changed TO
Main.set_rotation
```



图 7 悬浮导航菜单

2.2.2 车门开关功能的实现

当浏览者漫游到驾驶室门或仪器舱门时, 可通过点击门把手控制门的开启或关闭。开门的动作其实就是一个动画, 但 VRML 中提供的线性插补器难以胜任复杂的行为交互和动作控制, 因此可将脚本作为一个引擎用于接收用户的交互和生成触发动画。VRML 中插补器实现的关键帧动画一般只能是单向, 即动画只能按事先规定的前后顺序播放, 无

法实现快放、倒放等特效。普通的关键帧动画是受一个时间传感器输出的绝对时间控制的，即通过时间传感器输出的 fraction_changed 值改变插补器的 key 值，key 值的变化与一个 keyvalue 对应，keyvalue 值输出到动画对象的特定域值，从而生成动画。若采用脚本语言动态地改变 fraction_changed 与 key 值的对应关系，就可实现任意动画的播放顺序。以下是通过 JavaScript 脚本语言实现对门转动的控制：

```
url "javascript:
function set_on(bool, eventTime)
{ if (bool)
  if (opened)
  { opened = FALSE;
  #若是门打开, fraction 值逆序输出
  close_changed = eventTime; }
  #改变门的开关状态
else { opened = TRUE;
  #若是门关闭, fraction 值正序输出
  open_changed = eventTime; }
}" }
```

(上接第 8 页)

智能爪式单兵坦克的复合行驶步态如图 3，在一个步态周期内描述了各爪腿与履带进行协调行走的过程。图 3(1)爪腿 1、2 同时向前迈出时，爪腿 3、4 和履带 5、6 支撑地面；图 3(2)当 4 条爪腿支撑起车体时，履带 5'、6'离开地面悬空，车体向前移动；

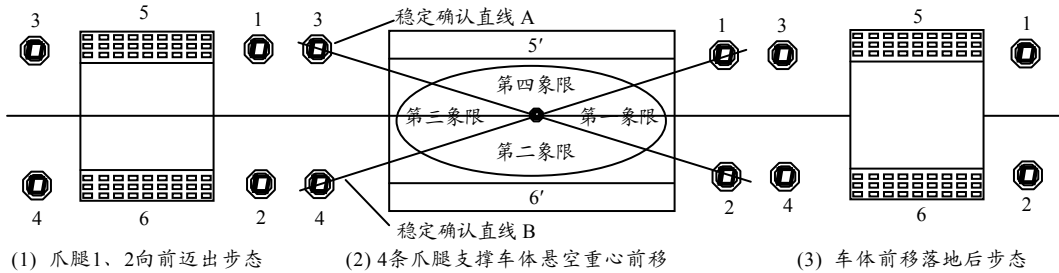


图 3 智能爪式单兵坦克的行驶步态和稳定确认直线

4 结束语

该智能爪腿装置容易驾驶，具有快速强攻与有效防护的特点，可在复杂地形和恶劣气候条件下使用。该策略为实现复合行驶和单独行驶功能的智能爪式单兵坦克提供了一种更强跨越障碍和全天候的机动性的行驶装置，可提高单兵及整体步兵的综合作战能力。

参考文献：

[1] 宋振铎, 石鑫, 孙韬. 坦克信息化轻型化与反坦克武器的发展[J]. 兵工学报, 2004, 25(4): 480-484.

3 结论

以 VRML 技术为基础，通过基本场景建模、精细部件建模和环境建模和编写脚本程序实现人机交互功能，创建形象逼真、交互性强的漫游的场景。该方法对传统兵器结构教学和训练有积极意义。

参考文献：

[1] 阳化冰, 刘忠丽, 刘忠轩, 王庆华. 虚拟现实构造语言 VRML[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.
 [2] 宋慧玲, 等. 基于 VRML 的地质虚拟博物馆漫游系统的实现[J]. 计算机工程, 2006(9): 239-248.
 [3] 钱丽娜. 三维虚拟学习环境的设计研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2007: 4.
 [4] 王洪, 朱清新. 用 VRML 实现虚拟校园的实时漫游[J]. 计算机应用, 2004, 24: 141-155.
 [5] 刘爽. 基于 VRML 的虚拟现实场景漫游技术的研究与实现[D]. 吉林: 吉林大学, 2007: 5.
 [6] 何卫锋, 冯开平. Internet 环境下漫游系统中的视点控制技术[J]. 计算机工程与应用, 2003(11): 132-134.

图 3(3)车体向前移动落地后，一个行走步态完成。

智能爪式单兵坦克的行驶方式有 3 种：1) 传统的履带行驶（4 条智能爪腿位于复位状态）；2) 依靠 4 条智能爪腿行走，并以 2 条履带与地面的接触作为支撑（以面、线、点），协助 4 条爪腿的行走；3) 4 条智能爪腿与履带协调复合行驶。

[2] 闫清东, 张连第. 坦克构造与设计（下册）[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007: 1-24.
 [3] 邹积斌. 智能爪式单兵坦克[P]. 中国: 200610120386.5.
 [4] 肖南峰. 智能机器人[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2008: 179-184.
 [5] 李运华, 王占林. 机载智能泵源系统的开发研制[J]. 北京航空航天大学学报, 2004, 30(6): 493-497.
 [6] 黄宗益. 现代轿车自动变速器原理与设计[M]. 上海: 同济大学出版社, 2006: 46-50.
 [7] 刘静, 赵晓光, 谭氏. 腿式机器人的研究综述[J]. 机器人, 2006, 28(1): 81-88.
 [8] 李开生, 张慧慧, 等. 机器人控制器体系结构研究的现状和发展[J]. 机器人, 2000, 22(3): 235-240.