

输电线路虚拟场景的技术方案研究

张甜甜

(南通供电公司, 江苏 南通 226006)

摘 要: 本文主要是对输电线路虚拟场景的技术方案进行研究。对虚拟场景的构建模块、现场虚拟布置模块、动画仿真模块、碰撞检测模块等 4 个主要模块进行了详细的规划。

关键词: 输电线路; 虚拟场景; 模块

0 前言

近年来, 随着我国经济的迅猛发展, 电源、电网建设工程任务繁重, 输电线路里程数不断增加, 使得电力建设单位和各区域供电公司对于输配电工程人才培养的数量和质量上, 都提出了更高要求。在当前的社会形势和技术条件下, 如何突出输电线路技能培训中虚拟场景应用的特色, 提高培训的效率, 切实有效提高人才培养的质量是我们面临的首要课题和任务。

1 虚拟场景的构建模块

1.1 GIS 与 VR 的集成

传统 GIS 主要研究 2 维、静态空间信息的存储、管理、显示和表达, 在构建以 3 维、动态、多分辨率和海量地理数据等为基本特征的虚拟数字地球技术体系中, 凸显不足。VR-GIS 往往能够解决沿线的地形地貌构建, 但对于某一基杆塔场景所关心的地面实物, 如房屋、河流、水塘、树木、其他电力线路和通讯线路等。得到塔基周围的地物环境三维 GIS 数据, 如此丰富和精确的数据获得是十分昂贵的。因此, 考虑到难以有效采集和存储、处理 GIS 数据, 从而难以实现 VR 要求。利用 VR-GIS 手段构建生成全真场景, 通常在大型水利水电工程施工、远距离输电线路的选线定位等中得以应用。

1.2 仿真场景构建

三维场景建模并非事无巨细, 一概逼真表示, 应根据不同的需要和有限的时间、经济、技术等条件进行各种综合取舍与简化。在输电线路杆塔技能培训中, 虽然工艺的选用和方案的设计很大程度受到环境、地形条件制约, 但由于方案设计对空间要求

考虑裕度较大, 所以采用近似的但能反映环境本质特征的虚拟仿真场景即可满足要求。如图 1 所示。



(a) 树木

(b) 民房

图 1 仿真场景中的实物

仿真场景中, 我们关注的是地面以上对施工组织和方案实施有影响的地形地貌、地面实物。如河流、房屋、树木、其他架空线路、道路等。对于这类物体的三维建模, 只是需要大致的空间结构、形状以及各种附属性质, 我们直接采用 Maya7.0 进行建立模型、贴纹理和着色处理工作。采用这种三维建模软件手工绘制三维模型这需要精通各种绘画技法和熟练掌握三维建模软件的使用方法与技巧。

2 现场虚拟布置模块

2.1 虚拟设备的构建

虚拟设备的构建是虚拟布置的关键所在。在进行虚拟布局设计之前, 必须首先建立起虚拟环境中的各种设备对象, 这些虚拟设备对象一般由外部的建模软件进行三维几何造型, 通过接口转换成虚拟环境下的面片模型, 并将该模型保存到三维几何模型库中。虚拟对象有静态和动态之分, 根据对象的动静属性再赋予相应设备对象的物理属性和运动学等属性。

在虚拟环境中的实体分为两种类型, 一种实体是需要精确的空间结构、形状以及各种附属性质,

如输电线路杆塔和部分主要机具；一种实体是需要大致的空间结构、形状以及各种附属性质，如自然景物和少量机具。对于这种高精确度的几何模型我们采用 AUTOCAD 建立精确模型，Maya7.0 进行贴纹理和着色处理。对于这种低高精确度的几何模型我们直接采用 Maya7.0 进行建立模型、贴纹理和着色处理工作。采用这种三维建模软件手工绘制三维模型这需要精通各种绘画技法和熟练掌握三维建模软件的使用方法与技巧。

2.2 场地的虚拟布置

依据虚拟设备库中的虚拟设备，通过菜单点击或鼠标拖曳，使库中元素导入到虚拟环境中，依据工艺布置方案模型及算法、知识和规则，借助人机协同辅助布置手段布置虚拟设备，完成虚拟布置。

3 动画仿真模块

3.1 关键帧动画

在工程动态模拟中，常常采用关键帧(Key Frame)技术来设计对象的运动过程。动画片段中的一段连续的动作，实际上是通过一系列的静态画面来表现的。如果把这一系列画面逐帧绘制出来，会耗费大童的时间和人工。于是，动画师从这一段连续动作的画面中选出少数几帧画面，这几帧画面一般都选在对动作变化影响较大的动作转折点处，它们对这段连续动作起着关键的控制作用，这就是所谓的关键帧。

数值插值方法在仿真物体的运动上是十分有用的，虽然物体的运动有相关的运动方程，但通常它们的运动都可用数值插值来真实地模拟，并且还能大大降低对系统计算能力的要求。

3.2 正向运动学和反向运动学

物体运动的模拟，如运动的变化量(位移、旋转等)和运动速度的变化的模拟称为运动学模拟。在运动学模拟中可以建立模拟中物体的层级关系。在这个层级中，没有下级物体的物体称为顶物体，没有上级物体的物体称为根物体。这样，有相关运动的一组物体就可以建立一个运动关系树。根据主动物体的不同，这组相关物体的运动又有两种情况：正向运动和反向运动。正向运动学是上级物体带动下级物体运动，也就是说主动物体是上级物体。反向运动学正好相反，是下级物体带动上级物体运动。如果主动物体在层级关系的中部，那么从这个物体

开始，上面采用反向运动，下面采用正向运动。

塔片起吊过程示意图 3 所示。



(a) 即将起吊瞬间



(b) 吊装过程当中



(c) 塔片就位完毕

图 2 内拉线悬浮抱杆分片吊装塔片过程

3.3 运动中心与物体局部动画

物体在作几何变换或者运动时，相对运动中心不同则其运动效果完全不同。因此制作动画时，一定要注意物体是相对于哪个运动中心运动。除了物体的整体运动之外，整体上的某个部分也应该可以单独形成一个运动族。例如起重机沿着轨道移动的动画中，在起重机向前运动的同时，起重机底部的滑轮与起重机一起向前走。这时，起重机身与滑轮向前的运动都是相对于起重机的整体几何中心进行的，而滑轮的转动则是相对于滑轮的局部几何中心进行的。在工程模拟的其他地方经常会见到类似的运动。

4 碰撞检测模块

碰撞检测技术是虚拟环境中对象与对象之间碰撞的一种识别技术。碰撞检测问题在虚拟现实、计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM)、计算机图形学等领域中经常遇到的问题。精确的碰撞检测对于提高虚拟仿真系统的拟真度、增强虚拟环境的沉浸感有着至关重要的作用，而虚拟环境自身的复杂性和实时性也对碰撞检测提出了更高的要求。为了节省系统开销，常采用矩形边界检测的方法。运动中的碰撞检测由系统引擎实时进行。减少基本几何元素

两两相交测试的数目, 提高算法速度, 以保证虚拟环境的实时交互性是碰撞检测问题的核心。两个几何模型间的碰撞检测算法大致可分为两类: 空间分解法和层次包围盒法。在前文中已经给予叙述, 在此不累述。

目前对于碰撞检测的研究主要集中于碰撞检测算法的设计与优化, 算法的具体设计决定于以下 3 个方面: 模型的表达, 查询的类型以及仿真环境的特征。

在碰撞检测中, 所要求的就是查询两个模型是否发生了碰撞。其它可能的查询包括:

(1) 查询哪一对模型发生了碰撞(如果有碰撞发生的话);

(2) 查询发生或即将发生碰撞的图元;

(3) 查询模型之间的间距(如果两个对象不相交, 计算它们之间的最短距离; 如果两者发生渗透, 则计算把它们分开的最小平移距离);

(4) 在知道模型的位置和运动状况下, 估计它们何时会发生碰撞。

5 结束语

虚拟仿真作为一门新兴技术手段, 在专业教学、行业培训上的应用价值正逐渐被重视。正是针对输电线路的特点, 通过比较分析, 我们采用虚拟仿真手段为系统建设的思路。本文对虚拟场景的构

建模块、现场虚拟布置模块、动画仿真模块、碰撞检测模块等 4 个主要模块进行了详细的规划。

参考文献:

- [1] 黄心渊. 虚拟现实技术与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 123-125.
- [2] 肖田元, 郑会永, 王新龙, 等. 虚拟制造体系结构研究 [J]. 计算机集成制造系统, 1999(1): 33-38.
- [3] 柳卓之, 李圣怡. 面向产品生命周期的虚拟制造系统结构 [J]. 机械工业自动化, 1999(2): 11-13.
- [4] 樊爱华, 胡忠东. 虚拟现实的建模技术 [J]. 计算机仿真, 1997, 14(4): 64-66.
- [5] 李斌, 常明, 罗自荣. 虚拟现实技术在公路桥梁场景仿真中的应用 [J]. 南昌大学学报(工科版), 2002, 24(3): 29-31.
- [6] 黄宵宁, 杨志超. 超高压架空输电铁塔组立虚拟施工技术 [J]. 电力建设, 2007(12): 55-57.
- [7] 黄宵宁. 虚拟仿真技术在输电线路运检专业技能培训中的应用 [J]. 中国轻工教育, 2007(4): 101-103.

作者简介:

张甜甜 (1986-), 男, 本科, 助理工程师, 从事线路运行检修工作。

Study on Technology of Transmission Line Virtual Scene

Zhang Tiantian

(Nantong Power Supply Company, Nantong China 226006)

Abstract: The paper is mainly to study the technology of transmission line virtual scene. It programs the system function in the virtue scene construction module, the virtue scene disposal module, the animation simulation module, and the collision check module.

Keywords: transmission line; virtual scene; module