

仿古建筑(南普陀寺)三维重建方法研究

Research on a method of 3D reconstruction of ancient architecture(NanPutuo Temple)

(厦门大学) 摄菲 姚俊峰

SHE Fei YAO Jun-feng

摘要: 本文以厦门南普陀寺内的大雄宝殿为虚拟建模对象,研究了结合 3DS MAX 和 MultiGen Creator 对古建筑三维重建的新技术方法,解决了虚拟古建筑在三维建模中精细程度和数据量之间的矛盾,通过项目实践,证明了此方法建立的古建筑模型,在动态漫游的实现过程中取得了逼真的显示效果,同时满足了实时渲染的数据需求。

关键词: 虚拟现实; 古建筑保护; 3DS MAX; MultiGen Creator

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

Abstract: The paper regarding the Great Majesty Hall of the NanPutuo Temple as virtual modeling object, researches on the new technology of 3D reconstruction of the ancient architecture, which combines 3DS MAX and MultiGen Creator. The paper solves the conflict between precision and the amount of data existing in the process of 3D modeling virtual ancient architecture. The project practice has proved that the ancient architecture model made in this way has turned living effect in browsing system, at the same time it satisfies the data demand of real-time rendering.

Key words: virtual reality(VR); ancient architecture protection; 3DS MAX; MultiGen Creator

1 引言

虚拟现实(Virtual Reality 简称 VR)是一种新的人机界面,它为用户(参与者)提供了一种具有临场感和多感觉通道的体验,试图寻求一种最佳的人机通讯方式。利用虚拟现实技术实现古代建筑再现,是建筑表现工具的一次革新,也是目前研究的热点之一。通过计算机的逼真建模,既能展示中国古代建筑深厚的文化底蕴,又对古建筑的存档保护具有实际意义,比传统实物模型应用广泛。建模的逼真度和快速的实时数据渲染输出是实现虚拟现实桌面型系统的基础,本次项目“厦门南普陀寺虚拟漫游系统”要求虚拟场景能够实时渲染和漫游,而且对各个古建筑精度和细节程度都有严格规定,在较精细建模的基础上尽可能的控制数据量。本文以厦门南普陀寺的大雄宝殿为虚拟建模对象,采用 3DS MAX 和 MultiGen Creator 相结合的建模方法,对此项技术在古建筑几何建模中的应用进行有益探讨。

2 中国古建筑结构特点

本文的虚拟建模对象厦门南普陀寺大雄宝殿属仿清建筑,是以梁架为骨干的许多木构件以榫卯接驳,搭积木的形式一件件组装而成,沿袭了中国古建筑的主要特征,大致归纳如下:

(1)采用木构承重的框架结构体系。以立柱和纵横梁枋组合成各种形式的梁架,使建筑物上部荷载均经由梁架、立柱传递至基础。墙壁只起围护、分隔的作用,不承受荷载。

(2)创造斗拱结构形式。用纵横相叠的短木和斗形方木相叠

而成的向外挑悬的斗拱,本是立柱和横梁间的过渡构件,逐渐发展成为上下层柱网之间或柱网和屋顶梁架之间的整体构造层,这是中国古代木结构构造的巧妙形式。

(3)实行单体建筑标准化。单体建筑无论规模大小,其外观轮廓均由阶基、屋身、屋顶(屋盖)三部分组成:下面是由砖石砌筑的阶基,承托着整座房屋,立在阶基上的是屋身,由木制柱额作骨架,其间安装门窗隔扇;上面是用木结构屋架造成的屋顶,屋面做成柔和雅致的曲线,四周均伸展出屋身以外,上面覆盖着青灰瓦或琉璃瓦。

(4)外部轮廓特征鲜明。如屋顶采用如角梁、翼角、椽及飞椽、脊吻,形成屋顶坡面、脊端、及檐边、转角各种曲线,柔和壮丽。注重阶基、大规模建筑组群平面布局以及色彩的装饰作用。

3 3DS MAX 和 MultiGen Creator 建模比较

(1)对于单个复杂建筑的建模和精细度、逼真度方面,3DS Max 比 MultiGen Creator 更具有优势。3DS Max 提供了多边形建模、放样、表面建模、NURBS 曲面建模等方便有效的建模方法,具有很好的特殊效果处理与渲染能力。应用 3DS MAX 可以精确地确定模型的尺寸和位置,建模完成后可以按照实际需要随时进行各个构件的修改。虽然 3DS MAX 对对象的细节描述非常生动,但是建模数据量较大,不能满足实时渲染对数据量的需求。

(2)从建模的数据量上,MultiGen Creator 明显比 3DS MAX 要小很多。MultiGen Creator 具有多边形删减、逻辑删减、绘制优先级、分离平面等实时功能,OpenFlight 是 Creator 的数据库格式,它采用节点式的分层结构描述数据库,用来通知图像生成器何时及如何渲染实时三维景观。虽然 Creator 生成的文件数据量小,渲染速度快,但是对单个建筑的精细建模却不能与 3DS MAX 相媲美。

摄菲:硕士研究生

基金项目:申请人:姚俊峰;基金项目名称:福建省科技厅 2006 年重点资助项目,福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划资助;颁发部门:福建省科技厅(2006H0035)

因此,对于复杂古建筑的精细建模,最好的方法是先在 3DS MAX 里对单个建筑进行建模,然后导入到 MultiGen Creator 中进行简化并采用 LOD 等关键技术,以达到实时渲染的数据量的需求。

4 3DS MAX 和 MultiGen Creator 结合建模过程

在近代古代建筑的实际建造过程中,建筑物构件划分为以下五层:柱础层、装修层、斗拱层、梁架层和屋顶层。每层又由许多木构件组合而成,这些木构件不仅形状千变万化,而且数量非常庞大。所以用 3DS MAX 和 MultiGen Creator 有机结合的建模方法,更加适合中国古建筑建模要求。

结合 3DS MAX 和 MultiGen Creator 对大雄宝殿进行建模的流程图如图 1 所示:

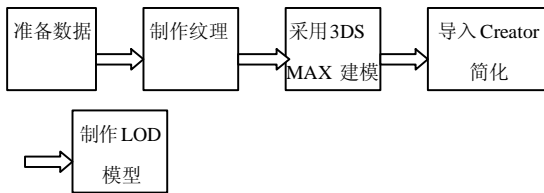


图 1 大雄宝殿建模流程图

4.1 准备数据

数据的准备是建模的关键,它的好坏直接关系到模型的质量。本文的大雄宝殿建模以实地测量和拍摄的数码照片为数据依据,在 AutoCAD 中绘制出大雄宝殿的建筑平面图,并保存为 *.dwg 的格式。

4.2 制作纹理

收集大雄宝殿纹理素材,通过用 Photoshop 等图像软件处理数码相片或者

直接制作出建模所需的纹理贴图。使用纹理贴图替代实体模型来表现建筑细节,既真实、逼真的再现了古建筑的建筑特色,又减少了模型的数据量及复杂程度。

4.3 采用 3DS MAX 对古建筑建模

按照古建筑的结构特点和 3DS MAX 建模原则,采用从下到上,由整体到局部,由粗到精的顺序对大雄宝殿进行建模。具体包括以下步骤:

(1)在 AutoCAD 中将需要的建筑物现状图提取出来。将提取出来的局部图形另存为一个新的 dwg 文件,这样做是为了避免由于导入的 dwg 文件太大而降低机器的运行速度或死机。

(2)在 3DS MAX 中用 import 命令将刚才保存的 dwg 文件导入。由于导入的底图有高程值,不方便观察,所以需要在 TOP 视图中将 Z 方向的高度压缩为 0。

(3)利用刚才导入的数据,在 3DS MAX 中建立三维模型。由于古建筑独特的结构特点,建模时一定要按照顺序,先建台基,因为台基作为承上部之重者,是整栋建筑的基础,然后再建墙柱和梁架,最后建立屋顶。大雄宝殿的主体结构建成以后,就对局部部分建模,如大雄宝殿的门和窗、栏杆、鸥吻、抱柱枋、地袱等等。

(4)为三维模型进行纹理映射。纹理材质的选择对于一个建筑物的逼真显示非常重要。高分辨率的纹理能产生逼真的视觉效果但同时增加了场景显示的负担,而采用合适分辨率的纹理和材质能减少模型的几何细节并同时能产生较好的视觉

效果。在模型完成后,用高分辨率的数码相机从实地拍摄的照片经过处理并保存为合适大小的纹理图片,在 3DS MAX 中采用合适的贴图方法和贴图坐标,如可采用修改器里的 UVW 贴图命令对贴图坐标进行修改,进而对建筑物各构件进行映射。同时为了减少纹理的数据量,在贴图过程中尽量采用重复映射的方法。

下面是大雄宝殿最后完成的三维模型图,如图 2 所示:



图 2 大雄宝殿三维模型

4.4 导入 Creator 进行模型简化

从 3DS MAX 导入 Creator 进行模型简化需要三个步骤:

(1)模型的导入。将 3DS MAX 导出的 3ds 文件导入到 Creator,这时模型的纹理路径丢失了,需要重新指定纹理路径,指定后的路径应该为相对于模型所在目录的相对路径,这样可以增加模型路径的灵活性。

(2)数据库结构的组织。导入的 3ds 文件的数据库没有层次结构,所有的对象都放在同一个父节点下,应该按照古建筑模型各部分的主、次重新组织数据库。这样不仅在建模过程中方便对模型进行选取等操作,而且在场景渲染和浏览中可以提高图形的绘制速度和避免某些绘制错误。

(3)模型的简化。即在不影响模型外观前提下,用较少的数据来表现模型,消除冗余数据。导出的 3ds 文件是用三角形来存储面的,而 Creator 是用多边形来存储面。简化时,可用 Creator 中的 Combine Face 工具,将模型中邻近共面的三角形合并成多边形,大大减少了多边形数量。另外,实例化的应用[7]也可用于模型进行简化,古建筑模型中常常出现许多重复的构件,比如斗拱、梁柱等,在建模过程中可以采用实例化的技术,复制到其它位置,这样在数据库中就不会重复建立同样模型的节点对象,大大节省了内存空间。最后,对一些不可见的面,如模型的底面,相邻构件之间的邻接面等都可以直接删除。

4.5 制作大雄宝殿的 LOD 模型

LOD(Level Of Details)是一种采用不同的细节存储对象的模型管理方法,同一场景或场景中的物体,可以根据场景绘制的需要调用不同细节层次的模型。LOD 模型的细节程度越高,其描述的模型就越精细,数据量越大,细节层次越低,其描述的场景或模型就越简单,数据量越小。远距离观察时一般采用细节层次低的模型,不影响真实感,近距离观察时,采用细节层次高的模型,可以看到非常精致的模型图。

制作 LOD 模型的方法比较多,本文采用了两种方法,删除法和抓图法。删除法就是将模型的细节部分删除,保留主要部分,适用于古建筑的装修层构件。但这种方法的缺点是很难将模型数据量缩到很小。利用抓图法可简化模型需要表现的某个面,比如古建筑的窗户造型比较复杂,可利用抓图法来实现。抓图法就是利用截屏功能抓取图象,然后处理为纹理文件,最后

用一个完整的面关联该纹理来表现模型的某个面。最后完成的低级 LOD 模型的面片数不应超过高级 LOD 模型的 1/3。

下面图 3 所示就是利用删除法和抓图法建立的三级 LOD 模型。



一级 LOD 实体模型 二级 LOD 实体模型 三级 LOD 实体模型图
3 三层不同级别 LOD 模型

图 3 中的一级 LOD 实体模型共有 3874 面,而在图 2 中显示的原始模型多达 10412 个面,可见数据量小了很多,但在视觉效果上并无明显差别。

表 1 三级 LOD 模型精度对比表

	一级 LOD	二级 LOD	三级 LOD
浏览范围(米)	0—10m	10m—300m	300m 以外
模型面数(个)	3874	1258	26

从表 1 的数据中可以看出,利用删除法和抓图法建立的三级 LOD 模型,有效减少了模型的面片数,为实现南普陀寺虚拟漫游系统奠定了基础。

5 结论

本文的创新点是将 3DS MAX 庞大的数据模型,利用 MutliGen Creator 强大的三维数据组织功能和实例化、多层次细节建模等关键技术,精简到符合实时渲染的数据需求。应用该技术很大程度降低了古建筑模型的数据量,并在项目中取得了很好的显示效果。同时证明了结合 3DS MAX 和 MutliGen Creator 进行古建筑三维重建的可行性和实用性。

参考文献

- [1]刘祥.虚拟现实技术辅助建筑设计[M].北京:机械工业出版社,2004.3.25
 - [2]林徽因.林徽因讲建筑[M].西安:陕西师范大学社,2004.
 - [3]高志清.3DS MAX 8 园林及古建筑效果图制作技法精研[M].北京:中国水利水电出版社,2006
 - [4]王乘,周均青,李利军.Creator 可视化仿真建模技术[M].武汉:华中科技大学,2005
 - [5]中国建筑史编写组.中国建筑史[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.
 - [6]靳文忠.建筑表现中的关键技术研究[D].北方工业大学硕士学位论文,2004
 - [7]陈永华,王德成,陈燕.基于 Creator 的三维场景优化技术的应用[J].微计算机信息,2007,10-1:297-299.
 - [8]Zhiqiang Du, Deren Lic, Yixuan Zhu, Qing Zhu. 3D GIS -based Digital Reconstruction and Dynamic Visualization of Timber-frame Building Cluster[C]. In proceedings of CIPA 2005 20th International Symposium: International Cooperation To Save The World's Cultural Heritage. Turin, Italy, 2005
 - [9] MultileGen—Paradigm Inc. MultileGen Creator User's Guide [M]. Version 2.5.1. USA: MultileGen—Paradigm Inc. 2004
- 作者简介:摄菲(1984-),女(汉族),山西,厦门大学软件学院硕士研究生,主要研究虚拟现实、三维仿真,姚俊峰(1973-),男,汉族,

山西,厦门大学软件学院副教授,博士,研究方向为人工智能及混沌理论在复杂工业过程建模、控制、仿真与优化中的应用、三维仿真系统开发与应用、优化算法研究及企业应用系统开发及整合;

Biography: SHE Fei (1984-), Female (Han Nationality) ShanXi Province, Software school of Xiamen University, Master, Research area: Virtual reality, 3D simulation;

(361005 福建 厦门 厦门大学软件学院) 摄菲 姚俊峰

(Software School of Xiamen University, Xiamen Fujian 361005, China) SHE Fei YAO Jun-feng

通讯地址:(361005 福建 厦门 厦门大学软件学院) 摄菲

(收稿日期:2009.01.23)(修稿日期:2009.02.25)

(上接第 207 页)

(2)牵引变电所应当投入补偿装置,以便减小电力系统侧的谐波电流,降低电力系统侧的电压畸变率。

本文作者创新点:通过自编程序及实测数据,在建立牵引变电所三相模型的基础上,对牵引变电所在不同短路容量和有无补偿装置下进行了仿真,并结合仿真结果给出了建议。

参考文献

- [1]Aurrillaga J, Bradley D A, Boag P S 著.电力系统谐波[M].唐陆,吴震春,孙树勤译.北京:中国矿业大学出版社,1991.
 - [2]常羽彤,王端民,张鹏.Matlab 动态链接库编程技术及其工程应用[J].微计算机信息,2007,11-3:278-279.
 - [3]刘金泽,陈强.浅谈 V/v 接铁路牵引变压器工作原理及运行特点[J].电机电器技术,2004(1):15-17;
 - [4]李群湛.著.电气化铁道并联综合补偿及其应用[M].北京:中国铁道出版社,1993;
 - [5]Bjarne Stroustrup 著.C++程序设计语言(特别版)[M].裘宗燕译.北京:机械工业出版社,2006.
- 作者简介:耿亮(1980-),男(汉族),北京市人,北京交通大学电气工程学院,硕士研究生,研究方向为电气化铁道牵引供电;吴命利(1971-),男(汉族),河北藁城人,博士,副教授,北京交通大学电气工程学院,研究方向为电气化铁道牵引供电。

Biography: GENG Liang (1980-), male (Han), Beijing City, School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Graduate student. Research Fields: Electric railway Traction Power Supply.

(100044 北京交通大学 电气工程学院) 耿亮 吴命利

(Engineering, Beijing Jiaotong University 100044) GENG Liang WU Ming-li

通讯地址:(100043 北京石景山区古城北路环卫 5 号楼 1 门 402 号) 耿亮

(收稿日期:2009.01.23)(修稿日期:2009.02.25)

书 讯

《现场总线技术应用 200 例》
55 元 / 本 (免邮资) 汇至

《PLC 应用 200 例》
110 元 / 本 (免邮资) 汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)