

基于 Creator 的多边形旋转金属壳体的三维建模

3D modeling of polygon rotating metal shell based on creator

覃海宁¹ 缪晓宾²

QIN Hai-ning¹ MIAO Xiao-bin²

(1. 广西经贸职业技术学院信息工程系, 广西南宁 530021; 2. 重庆工业职业技术学院机械工程学院, 重庆 401120)

(1. Department of Information Engineering, Guangxi Economic & Trade Polytechnic, Nanning, Guangxi 530021, China;
2. Department of Mechanical Engineering, Chongqing Industry Polytechnic College, Chongqing 401120, China)

摘要:多边形旋转金属壳体的外形具有不规则性, 纹理特征复杂, 在运行过程中需要进行实时渲染。传统的三维建模方法对该类壳体的三维建模逼真性不好, 光泽感不强。提出一种基于 Creator 的多边形旋转金属壳体的三维建模方法。构建多边形选择金属壳体的结构参数体系, 采用背景差分连续重构方法进行三维重建算法改进, 使用纹理映射和附材质技术提高三维建模的真实感; 基于 Multigen Creator 软件进行仿真试验, 利用 Creator 交互式直观的用户界面进行多边形建模和纹理贴图。采用该方法对粉碎设备的壳体进行三维建模的验证, 仿真结果表明其性能较好, 提高了物体三维建模真实感和逼真性。

关键词:Creator; 多边形旋转; 壳体; 粉碎机; 三维建模

Abstract: Polygon rotating metal shell 3D model commonly used in the design of aircraft, such as underwater vehicle model. The appearance of the metal shell has irregularity, texture feature is complex, the need for real-time rendering in the process of sailing, the traditional three-dimensional modeling method for polygon the lifelike three-dimensional modeling of the rotating metal shell is not good, gloss is not strong. A polygon based on Creator rotating metal shell 3D modeling method was established. Build a polygon choose metal shell structure parameters of the system, using background difference continuous reconstruction method for 3D reconstruction algorithm is improved, the use of texture mapping and attached material technology improved the sense of reality. 3D modeling based on Multigen Creator software simulation experiments, the Creator interactive intuitive user interface was used for polygon modeling and texture mapping. Simulation results showed that, the performance is better, improve the object three-dimensional modeling realistic and

lifelike by using this method to mechanical spray metal shell in the food processing of 3D modeling.

Keywords: the creator; polygon rotation; shell; shredder; three-dimensional modeling

基于三维图像重建和虚拟现实的三维建模作为一门新兴学科, 得到广泛的应用和发展^[1]。三维图形建模是虚拟现实技术的一个基础学科, 是多种技术的综合, 包括实时三维计算机图形技术, 广角(宽视野)立体显示技术, 对观察者头、眼和手的跟踪技术, 通过对真实环境的重构, 实现对三维空间和建模物体所在空间的真实电脑模拟, 以提供使用者关于视觉、听觉、触觉等真实感官体验^[2-3]。该技术已逐渐应用在视景构建、模式识别、3D 游戏和灵境技术等领域中, 在开展虚拟教学、机械设计和视景重构等领域具有重要的应用价值^[4]。

传统的三维建模软件, 比如 MAYA、3DStudioMAX、SoftImage、LinghtWave3D 等都可以方便地创建各种各样的三维模型^[5-7]。但传统软件在进行三维物体建模中, 对渲染效率和图像的真实性模拟效果不好。MultiGen Creator 是一个高度专业化的建模工具, 专门创建用于视景仿真的实时三维模型, 可以对实体模型进行多边形建模, 用于描述三维虚拟场景的层次化结构, 可以提供诸如多层次细节 (LOD)、自由度控制 (DOF)。在对多边形旋转金属壳体进行三维建模过程中, 采用 Creator 设计, 能有效克服该类模型外形不规则性, 纹理特征复杂, 在模型运行过程中需要进行实时渲染等问题, 提高多边形旋转金属壳体的三维建模逼真性和光泽感^[8]。

对此, 本研究提出一种基于 Creator 的多边形旋转金属壳体的三维建模方法, 首先进行图像重建设计与结构信息模型构建, 使用纹理映射技术提高三维建模的真实感, 采用背景差分连续重构方法实现纹理细节增强, 提高三维建模的可视性效果, 最后进行仿真试验, 验证本研究算法的性能。

基金项目: 2015 年度广西高校科学技术研究项目 (编号: KY2015YB44)

作者简介: 覃海宁 (1979-), 女, 广西经贸职业技术学院副教授, 工学硕士。E-mail: qinhaini@163.com

收稿日期: 2015-10-28

1 三维图形重建设计及模型的结构信息分析

1.1 多边形选择金属壳体的结构参数体系

为了实现对多边形选择金属壳体的三维建模,需要首先分析多边形选择金属壳体的结构参数体系,该类模型的实体结构具有外形不规则和纹理复杂性。对多边形旋转金属壳体三维建模中参数体系设计是关键,这里假设 $x(t)$ 是一个多边形旋转金属壳体三维建模的三角网模型贡献点, $X_p(u)$ 表示 $x(t)$ 在牵度参数为 p 值的建模单元的微小建模点,金属壳体三维结果是由 K_{S}^{nu} (S)、 K_{S}^{df} (S)、 $D_{a,p}$ 、 $Ma_{a,b}$ 、 $M\beta_{a,d,p}$ 组成的向量,用极少的四边形构成高程网格图,通过网格内三角剖分,得到已知控制点多边形数目集合 $V = \{v1_{x,y,z}, v2_{x,y,z}, \dots, vn_{x,y,z}\}$,在模型算法设计之前,首选给出多边形旋转金属壳体的三维建模的主要步骤和功能框图设计见图1。

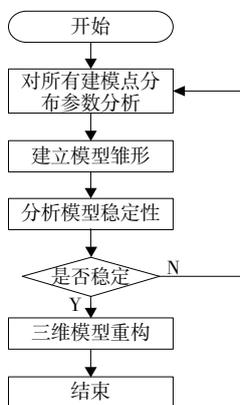


图1 多边形旋转金属壳体的三维建模的主要步骤和功能框图

Figure 1 Main steps and functions of three-dimensional modeling of the metal shell of the rotating polygon diagram

根据上述设计,利用反比距离加权、样条、多项式拟合,进行图像细节纹理的灰度化图像进行提升分离,多边形旋转金属壳体断层区域模型点的重构方法主要通过映射实现,而模型点的映射过程可表示为:

$$e_s = P(v_s \rightarrow v_i), e_s \in E_s, (v_s, v_i) \in V_s \quad (1)$$

式中:

e_s ——多边形旋转金属壳体断层区域模型点;

E_s ——三维实体模型的所有原始点;

V_s ——全部映射点;

v_s ——三维实体模型的对应顶点的原始点;

v_i ——模型映射点。

定义表面渲染的选项,计算在 n 个不连续区域的曲面边界多边形旋转金属壳体断面层,采用三角网约束曲面控制方法,实施三维重构。

1.2 三维几何模型的重建算法设计

传统方法采用傅立叶变换重建金属壳体的图像表面,具

有一定的平滑性,但重建的表面受采样点云整体分布的影响,当多个采样点距离很近时重建表面容易产生褶皱^[9-10],对此,采用背景差分连续重构算法进行三维重建设计,通过把3D/2D和静态/动态的文本放在仪表显示中,虚拟化多边形旋转金属壳体重建的纹理信息传导模型,为:

$$\begin{cases} V_i^d(t+1) = W \cdot V_i^d(t) + C_1 \cdot R_1 \cdot [P_{best}^d(t) - P_i^d(t)] + C_2 \cdot R_2 \cdot [G_{best}^d(t) - P_i^d(t)] \\ P_i^d(t+1) = P_i^d(t) + V_i^d(t+1) \end{cases} \quad (2)$$

式中:

W, C_1, C_2 ——常数;

R_1, R_2 ——3D/2D和静态时的旋转半径,mm;

$G_{best}^d(t)$ —— t 时刻多边形金属壳体质心;

$P_{best}^d(t)$ ——多边形金属壳体质心的刚体平移,mm;

$P_i^d(t)$ —— t 时刻多边形金属壳体的平移量,mm;

$V_i^d(t)$ —— t 时刻多边形金属壳体的体积, m^3 ;

$V_i^d(t+1)$ —— $t+1$ 时刻多边形金属壳体的体积, m^3 ;

$P_i^d(t+1)$ —— $t+1$ 时刻多边形金属壳体的平移量,mm。

其中,单位时间内图像纹理结构信息为 $G(x, y; t)$,把图像从完好区域的大量样本块中找出一个与当前优先级最高的待增强块的最优样本块,进行背景差分连续重构。假设 $f(g_i)$ 表示网格模型顶点 g_i 的形变向量, ρ_j 表示采样点 p_j 周围的背景差分连续重构采样点密度, \vec{v}_{ij} 表示网格顶点 g_i 到采样点 p_j 的向量,为了简化计算复杂度,假定 3×3 子块内像素是独立分布的, $g(\bullet)$ 是一个高斯分布函数,多边形旋转金属壳体重建的网格模型表示一个给定第 k 类高斯参数的概率密度分布,即:

$$g(x_i, y_j | \mu_k, \sigma_k^2) = \prod_{k=1}^K \alpha_k \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^2}} \exp\left[-\frac{(x_i - \mu_k)^2}{2\sigma_k^2}\right],$$

$$\sum_k \alpha_k = 1 \quad (3)$$

式中:

$g(g_i, p_j)$ ——高斯分布函数;

K ——常数;

σ_k^2 ——标准平方差。

通过背景差分连续重构,确定旋转金属壳体三维重构的图像平滑区域:

$$E(f) = \text{div}[c(|\nabla u|) \nabla u] \quad (4)$$

式中:

u ——图像像素灰度值;

∇u ——梯度;

$|\nabla u|$ ——梯度模;

div ——图像像素散度;

c ——扩散系数。

由此把图像划分成 4×4 的像素块,然后进一步把 4×4 子块划分成4个相互重叠的 3×3 子块,得到图像的三维体空间向量表示为:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x_i, x_j) + b \quad (5)$$

式中:

$f(x)$ ——三维体素空间向量;

α_i ——像素点的模值;

b ——像素点幅角方向上模值的极大值;

$K(x_i, y_j)$ ——灰度直方图。

式(5)中, α_i 表示每一像素点的模值,进行多边形旋转金属壳体重建设计,在多边形旋转金属壳体重建中,图像采集的光源模块定义光源的类型、位置和方向,由此实现了三维几何模型的重建算法改进设计。

2 基于 Creator 的三维建模实现

2.1 基于 Creator 纹理映射和渲染设计

在上述进行多边形选择金属壳体的结构参数体系构建和三维几何模型的重建算法设计的基础上,采用 Creator 对金属壳体实现纹理映射和数据渲染, Multigen Creator 的建模环境提供同时交互的、多重显示和用户定义的三维图形观察器。Creator 能进行矢量编辑和建模,在纹理的编辑与应用中,输入金属壳体的结构参数数据,经过的 Creator 多重渲染,完成对金属壳体的表面纹理生成,经历应用(APP)、剔除(CULL)和绘制(DRAW)3个主要过程^[11-12],得出采用三角网约束曲面控制重构的方法,构造层面拟合权重为:

$$\omega_k^n = \omega_k^n / \sum_{n=1}^N \omega_k^n \quad (6)$$

式中:

$\sum_{n=1}^N \omega_k(n)$ ——金属壳体的结构参数数据集;

N ——常数。

将所有必备的数据信息储存为场景图(scene graph),得到多边形旋转金属壳体相交多边形信息估算公式为:

$$f(t) = \begin{cases} 14, h \leq 15 \\ 3(h-15)/100 + 14 = \frac{3h}{100} + 13.55, h > 15 \end{cases} \quad (7)$$

式中:

h ——多边形旋转金属壳体高度, cm;

$f(t)$ ——与多边形旋转金属壳体相交的多边形信息。

把上述估算信息以及先验的场景状态信息和渲染指令输入到 Creator 提供的 OpenFlight 文件放置器中,进行纹理映射和多边形建模渲染,这一过程描述见图 2。

2.2 多边形旋转金属壳体的三维建模输出

在上述纹理映射和渲染的基础上,进行多边形旋转金属壳体重建,在网格模型中,进行图像细节纹理的灰度化图像进行提升分离,定义表面渲染的选项,必须紧密结合视觉渲染

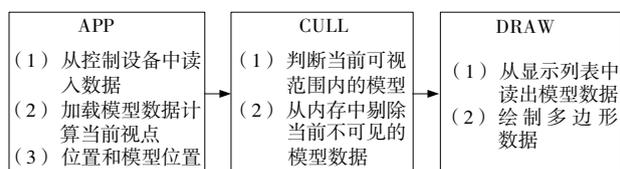


图 2 基于 Creator 的仿真模型渲染过程

Figure 2 The rendering process simulation model based on Creator

模块以达到实时、逼真的仿真效果,进入 Creator 的主界面,采用 Creator 软件,调整网格的大小。采用背景差分连续重构的方法,得到图像的三维体素空间向量表示为:

$$u = kf \frac{x}{z} \quad (8)$$

式中:

f ——每一像素点的模值;

z ——二维层状图像纹理特征像素点检测沿幅角方向上模值的极小值点;

x ——二维层状图像纹理特征像素点检测沿幅角方向上模值的极大值点。

得到三维成像的仿真视景图像的质心位置:

$$\text{is_visible}(M_{mi}, C_j) = \begin{cases} 1, & \text{if } \begin{cases} j \neq i, \\ C_j \text{ maycall } M_{mi} \end{cases} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

式中:

maycall M_{mi} ——视点控制视觉切换偏角;

$f \begin{cases} j \neq i, \\ C_j \text{ maycall } M_{mi} \end{cases}$ —— C_j 中的是二维的密度分布函数。

采用 MultiGen Creator 对多边形旋转金属壳体模型改进型实体建模,通过上述处理,由于使用 MultiGen Creator 这一高度专业化的建模工具,使得输入、结构化、修改、创建原型和优化模型数据库更容易,提高了三维建模的可靠性。

3 仿真试验与结果分析

为了测试本设计的三维建模算法,对食品加工机械中的粉碎机壳体进行建模,并通过仿真实验验证其可行性。运行硬件平台为 Intel Pentium 处理器,主频 3.0 GHz,软件平台为 Multigen Creator 3.2 和 Visual Studio 2010,显示部分采用开源可视化工具包 Visualization ToolKit(VTK)。按步骤安装完软件后,运行软件,进入 Creator 的主界面。利用 Creator 交互式、直观的用户界面进行多边形建模和纹理贴图,通过 Geometry Tools 把面变换为体,选择了按边旋转的方式,重复上两步,由“点”连接成“面”,由“面”变化为“体”,得到了本设计的粉碎机外壳三维建模见图 3。

在此基础上,采用本方法,基于 Creator 纹理映射和渲染设计,对三维建模壳体进行纹理映射和赋材质渲染处理,通过 Insert Materials tool 将选定的材质赋给模型,通过 Map Texture Tools 选择贴图方法,对建模对象进行贴纹理处理,模拟出真实物体的光泽感,得到三维建模仿真过程见图 4,最后结果见图 5。

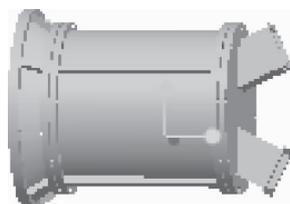


图 3 粉碎机的整体外壳三维建模

Figure 3 The overall shell 3 d modeling of metal spray shell

由图5可知,采用本方法,使用 MultiGen Creator 这一高度专业化的建模工具,结合改进的三维几何模型的重建算法,采用背景差分连续重构算法进行三维重建,实现了粉碎

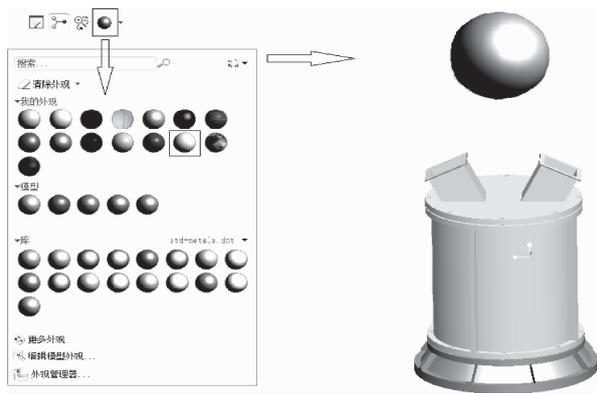


图4 三维建模材质渲染过程

Figure 4 The 3D modeling texture rendering process

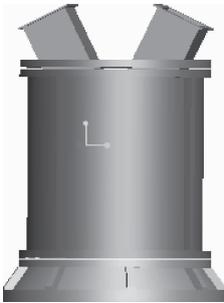


图5 三维建模结果

Figure 5 The results of 3D modeling

机外壳这一多边形选择金属壳体的三维建模设计,提高了模型的真实感,逼真性和光泽感较好。

参考文献

- 戴亿政,王进红,吴鹏辉,等. 基于虚拟现实技术的食品机械设计平台[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 74~77.
- 郝筱松. 虚拟现实中的三维模型简化技术[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2007.
- 陈娜. 有关虚拟现实三维建模技术方法的分析[J]. 电子制作, 2013(21): 51.
- 聂小燕,鲁才,陈凯云. 基于边界约束的空间复杂曲面重构算法[J]. 计算机应用研究, 2013, 30(2): 588~600.
- 朱良峰,潘信,吴信才,等. 地质断层三维可视化模型的构建方法与实现技术[J]. 软件学报, 2008, 19(8): 2 004~2 017.
- 赵威. 基于鱼雷自导的舰船尾流回波模型建立方法[J]. 舰船电子工程, 2013, 33(4): 81~83.
- 李亚宁,王俊平,高艳红. 图空间上彩色矢量形态学算子[J]. 电子学报, 2015, 43(3): 424~430.
- 韩春燕,陈渝. 融入错误图像模型的脸部缺损修补恢复三维建模[J]. 科技通报, 2014, 30(2): 28~30.
- 张翔宇,田庆国,葛宝臻. 三维人体点云模型多约束肢体分割[J]. 计算机应用, 2015, 35(3): 830~834.
- 孙晓鹏,王冠,王璐. 3D点云形状特征的二维主流形描述[J]. 软件学报, 2015, 26(3): 699~709.
- 耿利川,苏松志,李绍滋. 基于透视不变二值特征描述子的图像匹配算法[J]. 通信学报, 2015, 36(4): 109~118.
- 卢鸿波,孙愿,张志敏. 采用旋转匹配的二进制局部描述子[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(10): 1 315~1 321.

(上接第6页)

化条件下合成木质素基双酚 A 型环氧树脂,实现木质素部分取代双酚 A。改善了传统合成方法中环氧树脂分子量低和环氧值小的缺点。其中木质素和双酚 A 的质量比为 1:4 时,缩聚温度为 80 ℃条件下,得到中分子量环氧树脂,环氧值较高,分子量分布均匀,具有很高的实际应用价值。虽然木质素部分取代双酚 A 可以合成性能良好的环氧树脂,但是由于木质素自身的颜色问题,会影响其应用范围,在以后的工作中,可以通过重点开发木质素的脱色问题,从而扩大木质素基双酚 A 型环氧树脂的应用范围。

参考文献

- 徐利,侯亚龙,罗昌荣. 酸法水解玉米芯制备还原糖液及其在烟用反应型香料中的应用[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(3): 381~387.
- 李梦林,王涛,黄志刚,等. 木薯秸秆冲击韧性研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 90~92.
- 韩丹妮,谢定. 响应面法优化稻壳中木聚糖的提取工艺[J]. 食品与机械, 2011, 27(6): 114~118.
- 陈正行,王韧,王莉,等. 稻米及其副产品深加工技术研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(4): 355~364.
- Menezes E G T, Carmo J R, Alves J G L F, et al. Optimization of alkaline pretreatment of coffee pulp for production of bioethanol[J]. Biotech. Prog., 2014, 30(2): 451~462.

- 王鹏,顾正彪,程力,等. 漆酶处理对木材性能的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(9): 991~995.
- 林玮,程贤魁. 高沸醇木质素环氧树脂的合成与性能研究[J]. 纤维素科学与技术, 2007, 15(2): 8~16.
- Asada C, Basnet S, Otsuka M, et al. Epoxy resin synthesis using low molecular weight lignin separated from various lignocellulosic materials[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 74(1): 413~419.
- 郭红霞,李春生,谭惠芬,等. 木质素磺酸钠的酚化改性及其环氧树脂的制备[J]. 北京工业大学学报, 2012, 38(2): 300~304.
- 宋丽军,侯旭杰,李雅雯,等. 核桃青皮中多酚的超高压提取工艺优化[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 178~182.
- 吴志高,李世荣,卢军彩. 环氧值测定方法的改进[J]. 武汉化工学院学报, 2006, 28(1): 5~7.
- 周利敏,郑喜群,刘晓兰,等. 玉米醇溶蛋白酶解物分子量分布特征分析[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 45~49.
- Zhao Bin-yuan, Hu Ke-ao, Fan Yong-zhong, et al. Preparation of phenolized calcium lignosulfonate and characterization of the reaction by IR spectroscopy[J]. Journal of Wuhan University of Technology: Materials Science Edition, 2001, 16(3): 12~14.
- 郭义明. 植物纤维化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995: 96~99.
- Sasakia C, Wanakaa M, Takagib H, et al. Evaluation of epoxy resins synthesized from steam-exploded bamboo lignin[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 43(5): 757~761.