

MakerBot3D 打印机虚拟装配系统的设计与实现

张海月¹, 司占军²

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 满足新产品的研发、后期维护以及操作培训等方面的需求。**方法** 选用型号为 Makerbot Replicator2 的 3D 打印机为例,通过实际测量在三维建模软件 SolidWorks 中进行精确建模,之后利用 3ds Max 进行模型优化,最后导入到 VRP 完成虚拟装配系统制作。**结果** 该系统能够展示整个 3D 打印机的内外部结构和装配过程。**结论** 将虚拟装配技术与 3D 打印机相结合,能够以数字化的形式呈现 3D 打印机的整体结构和功能,而不必再受客观条件的制约,为工业产品的设计、完善、维护和管理提供了一种崭新的方式,对市场现有的 3D 打印机具有一定的适用性。

关键词: 三维建模; 3D 打印; 虚拟装配

中图分类号: TS803.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0245-04

Design and Implementation of MakerBot3D Printer Virtual Assembly System

ZHANG Hai-yue¹, SI Zhan-jun²

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The work aims to meet the needs of research and development, later-stage maintenance and operation training, etc. of new products. Taking Makerbot Replicator2 3D printer as an example, accurate modeling was done in 3D modeling software SolidWorks through actual measurement. Then, model optimization was conducted in 3ds Max and finally imported into the VRP to complete the fabrication of virtual assembly system. The system could display the internal and external structures and the assembly process of the entire 3D printer. The combination of virtual assembly technology and 3D printer can present the overall structure and function of the 3D printer in digital form, without being restrained by objective conditions. It provides a brand-new solution for the design, improvement, maintenance and management of industrial products, and has certain applicability in the existing 3D printers of the market.

KEY WORDS: 3D modeling; 3D printing; virtual assembly

据相关统计,装配过程的成本占产品制造总成本的 30%~50%,甚至会更高,作为产品制造中非常关键的环节,直接影响到产品的优劣^[1]。传统的装配方式复杂繁琐,不仅无法提高装配的效率,还会消耗大量的资源^[2]。虚拟装配的出现改变了这种现状,提供了在数字化环境中装配、检修并评价产品的条件,大大降低了装配的成本,提高了生产和培训的效率^[3]。

伴随信息化时代的飞速发展,虚拟装配技术凭借自身的强大优势成为产品制造业中不可缺少的一部分,然而,虚拟装配技术在工业领域中的适用程度却要取决于它对真实世界模拟的逼真程度^[4]。工业界需

要提高自身对模型构建技术、虚拟现实技术和人机交互技术的综合能力,提高虚拟装配的应用效果和真实程度^[5]。

1 虚拟装配技术

虚拟装配技术是虚拟现实技术、计算机仿真技术等多种技术在制造装配领域的综合应用,它与一般的装配仿真、基于虚拟现实技术的装配仿真相比较具有更大的智能性和优越性,可完成、支持装配过程的可视化或装配工艺的规划,极大地提高了机械设计和制

收稿日期: 2016-12-02

作者简介: 张海月(1992—),女,天津科技大学硕士生,主攻虚拟现实技术。

通讯作者: 司占军(1971—),男,天津科技大学教授、硕导,主要研究方向为印刷色彩及图形、图像处理,数字出版技术。

造的效率^[6]。作为工业领域不可缺少的一部分,它的应用主要包括 4 点。

1) 产品展示和宣传。虚拟装配技术将产品以数字化交互的方式呈现,不同于实体展示,突破了时间和空间的限制,避免了由于环境、地点等原因造成的不利条件,为企业进行产品宣传和展示提供了便利条件^[7]。

2) 技术研发。在工业设计领域,设计人员可以通过产品的虚拟仿真过程来综合分析产品的性能、结构和运作情况。在产品最初的设计阶段及时发现产品设计存在的问题和缺陷,并予以更正,对实际的产品可能会出现的问题做好提前的防范工作,为产品的研发提供而有力的支持^[8]。

3) 完善装配工艺流程。虚拟装配技术通过计算机模拟现实场景中的零件及装配体之间的运作方式,分析得出数据,并反馈给设计人员,完善并优化整个的装配工艺流程^[9]。节省了实体测量所需的时间成本和人力物力,增加了装配效率。

4) 装配人员的技能培训。虚拟装配技术自身模拟仿真的强大优势,使装配人员的学习方式不再依赖于观察传统的实物,而是通过操控虚拟模型来进行 360° 的全方位展示,对运行和装配的过程进行分步演示,不仅降低了培训所需的成本,还提高了培训的质量^[10]。

2 系统平台的搭建

2.1 设计工具

在综合考虑软件之间的兼容性、市场主流的软件版本和具体实施方式之后,为保证能顺利完成,该设计选用 SolidWorks 2014 进行零件的建模、组装和装配,3ds Max 2010 进行模型的优化,包括材质的贴图和烘焙,配合中视典的 VRP 2010 来完成交互功能的实现^[11]。

2.2 设计思路

通过官方提供的用户手册对 3D 打印机进行实际的测量,使用机械建模软件 SolidWorks 2014 对 3D 打印机的零件进行建模和组装,以装配体的形式导入到 3ds Max 2010 中,对 3D 打印机添加材质和贴图,使打印机更加逼真,同时制作装配演示动画,最后通过内部插件与 VRP 2010 衔接起来,编写脚本实现虚拟装配系统中的交互功能^[12]。制作完成后,该系统能够实现 3D 打印机整体浏览、装配动画与步骤、实物展示等功能。整体的设计思路见图 1。

3 虚拟装配系统的实现过程

3.1 3D 打印机模型的建立与优化

3D 打印机整体外观为长方体,内部细节繁琐,不易查看,对其建模采用从整体到局部的方式,先绘

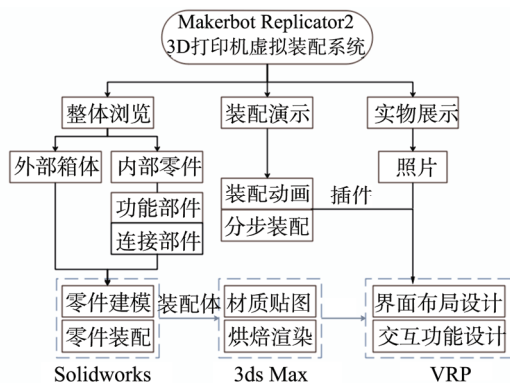


图 1 整体设计思路

Fig.1 Overall design ideas

制机身的整体框架,再细化到每一个零件并装配。因 3D 打印机零件种类繁多,所以需要对其进行分类,主要有维持打印机运作的功能部件(图 2a, b)和连接部件(图 2c, d)。

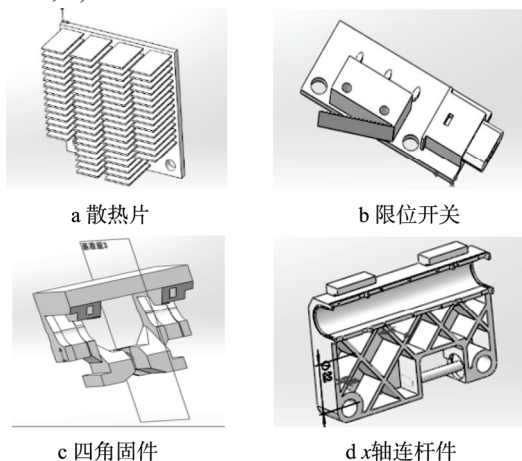


图 2 零件模型

Fig.2 Part model

在 SolidWorks 中对零件进行多种(包括平行、垂直、同轴等)组合方式,将零件装配起来作为子装配体,以打印部分为例,见图 3,起到化零为整的作用,避免因零件过于琐碎而丢失零件。装配完成还需要对装配体进行碰撞和干涉检测以确定装配是否正确^[13]。

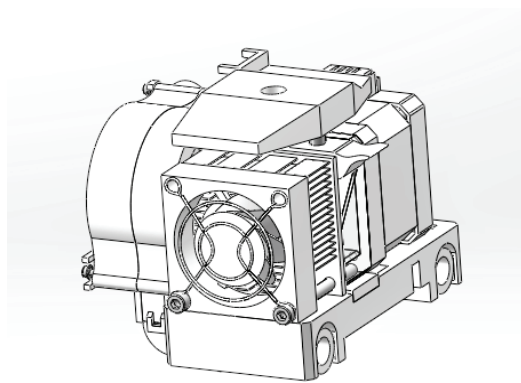


图 3 子装配体

Fig.3 Sub-assembly

模型越复杂数量越多,需要消耗的计算机内存就越大。通过减少模型的冗余面,简化不必要的细节,比如箱体内不可见的电线,螺圈的匝数等起到优化模型的作用^[14]。

3.2 装配动画的实现

参照 3D 打印机装配的动态特征,设计一套可以清晰展示装配流程的布局方案,利用 3ds Max 的时间配置器设置关键帧,将模型移至需要组装的位置,进行编组导出即可^[15]。

3.3 交互功能的实现

整个装配系统的展示效果和交互功能都是在 VRP 中完成的,VRP 起到整合所有资源的作用,对于最终效果的呈现至关重要。在版式的设计上,选择了较为简洁、专业化的样式,交互菜单以下拉菜单的方式,简化版面布局,提升用户的体验。交互按钮的功能以装配步骤为例,输入脚本如下:

```
显示隐藏控件, 步骤一, 0
显示隐藏控件, 三角, 0
显示隐藏对话框, 按钮窗口, 0
#比较变量值, 时间轴_01, 0
激活时间轴, Timer0, 1, 0
更改时间轴播放方式, Timer0, 0, 1
变量赋值, 时间轴_01, 1
#否则
#比较变量值, 时间轴_01, 1
激活时间轴, Timer0, 1, 1
更改时间轴播放方式, Timer0, 3, 1
变量赋值, 时间轴_01, 0
#结束
```

3.4 系统测试与发布

制作过程完成后,检查无误即可保存文件并发布为.exe 文件,至此,完成 3D 打印机虚拟装配系统的制作,见图 4。



图4 3D 打印机虚拟演示系统

Fig.4 3D printer virtual demonstration system

4 结语

随着互联网技术的飞速发展,虚拟装配技术作为制造技术和仿真技术的产物,它的未来是不可限量的,而 3D 打印作为新兴的打印工艺,已经越来越向民用化普及,可用于 3D 打印机的虚拟装配展示却非常稀缺,该系统恰恰能够解决这一问题,为用户提供很好的展示和学习平台,能够适用于市面上现有的 3D 打印机,有着不可替代的作用。

参考文献:

- [1] 宁汝新, 郑轶. 虚拟装配技术的研究进展及发展趋势分析[J]. 中国机械工程, 2005, 16(15): 1398—1404. NING Ru-xin, ZHENG Yi. Virtual Assembly Technology Research and Development Trend Analysis[J]. China Mechanical Engineering, 2005, 16(15): 1398—1404.
- [2] 郑轶, 宁汝新, 刘检华, 等. 虚拟装配关键技术及其发展[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(3): 649—654. ZHENG Yi, NING Ru-xin, LIU Jian-hua, et al. Virtual Assembly Key Technology and Its Development[J]. System Simulation, 2006, 18(3): 649—654.
- [3] ELMARAGHY H, AZAB A, SCHUH G, et al. Managing Variations in Products, Process and Manufacturing Systems[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 2009, 58(1): 441—446.
- [4] 张文建, 焦梓实, 杜亚维, 等. 虚拟装配技术的研究现状及发展趋势分析[J]. 新技术新工艺, 2007(1): 19—21. ZHANG Wen-jian, JIAO Zi-shi, DU Ya-wei, et al. Virtual Assembly Technology Research Status and Development Trend Analysis[J]. New Technology and New Technology, 2007(1): 19—21.
- [5] CHOW S K, CHAN K L. Reconstruction of Photorealistic 3D Model of Ceramic Artefacts for Interactive Virtual Exhibition[J]. Journal of Cultural Heritage, 2009, 10(2): 38—52.
- [6] 李斌. 基于 SolidWorks 机加工工艺规程工序图自动生成的研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2011. LI Bin. Based on SolidWorks Machining Process Specification Process Diagram Automatically Generated Research[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2011.
- [7] 姜岭. 征服 3ds Max 2009 完全实战学习手册[M]. 北京: 科学出版社, 2009. JIANG Ling. Manual of 3ds Max 2009 [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [8] 李煜, 司占军. 基于 VR-Platform 的数码印刷机虚拟

- 装配系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2013, 9(33): 7599—7603.
- LI Yu, SI Zhan-jun. Design and Implementation of Virtual Assembly System for Digital Printing Press Based on VR-Platform[J]. Computer Knowledge and Technology, 2013, 9(33): 7599—7603.
- [9] 樊继, 魏继松. VR_Platform 在开发虚拟机床夹具装配展示系统中的应用[J]. 工具技术, 2013, 47(3): 40—42.
- FAN Ji, WEI Ji-song. Application of VR_Platform in Developing Virtual Machine Tool Fixture Assembly Display System[J]. Tool Technology, 2013, 47(3): 40—42.
- [10] 王彤宇, 彭岳涛. 浅析高性能三维仿真互动集群平台相关技术及产业化应用[J]. 广东科技, 2009(10): 115—117.
- WANG Tong-yu, PENG Yue-tao. Analysis of High-Performance Three-Dimensional Simulation Interactive Cluster Platform Related Technologies and Industrial Applications[J]. Guangdong Science and Technology, 2009(10): 115—117.
- [11] 王洪江. 基于 3dsmax 和 VRP 平台的游戏场景虚拟漫游系统的设计与实现[J]. 吉林省教育学院学报(下旬), 2014, 30(2): 148—149.
- WANG Hong-jiang. Design and Implementation of Virtual Tour System for Game Scene Based on 3dsmax and VRP Platform[J]. Jilin Provincial College of Education, 2014, 30(2): 148—149.
- [12] 谢佳宾. 水轮机虚拟拆装的实现过程[J]. 企业技术开发, 2010, 29(8): 170—171.
- XIE Jia-bin. Virtual Turbine Disassembly of the Realization Process[J]. Enterprise Technology Development, 2010, 29(8): 170—171.
- [13] SNAVEIY N, EITZ S M, SZELISKI R. Modeling the World from Internet Photo Collections[J]. International Journal of Computer Vision, 2008, 80(2): 189—210.
- [14] HOWARD B M, VANCE J M. Desktop Haptic Virtual Assembly Using Physically Based Modelling[J]. Virtual Reality, 2007, 11(4): 207—215.
- [15] PANC. Integrating CAD Files and Automatic Assembly Sequence Planning[D]. USA: Iowa State University, 2005.