

逆向工程软件的选取与模型重构技术

曹晓兴, 刘德平

郑州大学

摘要: 模型重构技术是逆向工程中最关键的组成部分, 在工程实践中应用最为广泛。本文简要介绍了逆向工程的含义及其基本工作流程; 重点介绍了逆向工程软件的选取, 即根据点云的复杂程度, 采取单一软件或多种软件交互式地进行; 通过典型实例详细论述了模型重构技术在工程中的综合应用。

关键词: 逆向工程; 模型重构; 逆向工程软件; 工程应用

中图分类号: TG174.4

文献标志码: A

Reverse Engineering Software Selection and Model Reconstruction Techniques

Cao Xiaoxing, Liu Deping

Abstract: Model reconstruction technology is the most critical component of the reverse engineering and is widely applied to engineering practice. This paper briefly describes the meaning and basic work process of the reverse engineering; And focuses on the selection of reverse engineering softwares; based on the complexity of the point cloud, the process may be completed by adopting single software or a variety of softwares in an interactive manner; And through a typical example, the comprehensive application of model reconstruction technology is discussed in detail.

Keywords: reverse engineering; model reconstruction; reverse engineering software; engineering application

1 引言

为了缩短产品研发周期, 提升产品竞争力, 以实物模型为设计依据的逆向工程技术近年来得到了长足的发展。逆向工程, 通俗的说法叫“抄数”, 它是与“正向工程”相对而言的, 它是将现有产品或实物模型转变为 CAD 模型的数字化技术、几何模型重建技术以及产品制造技术的总称。逆向工程的重要意义在于消化吸收先进的国内外技术进而实现理论和实践上的创新。逆向工程的基本流程见图 1。

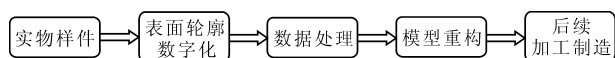


图 1 逆向工程基本流程图

曲面重构是逆向工程技术重中之重, 无论是在理论、软件开发上还是在工程应用上都得到了人们越来越多的重视。在曲面重构技术的工程应用中, 如何利用现有的逆向工程软件更好地完成曲面模型的重构是关键。现有的逆向工程建模软件主要分为两类: 具备逆向工程模块的正向 CAD/CAM 软件和专用的逆向造型软件。

2 数据获取与数据处理

数据获取是逆向工程工作流程的第一步, 后面的数据处理以及十分重要的曲面重构都是建立在此

基础之上, 因此数据的采集尤为重要, 逆向工程所采用的数据测量方法主要有两种: ①接触式测量法, 如常见的三坐标测量机, 它主要适合一般简单几何形体的测量, 它具有精度高、重复性好等优点, 但是测量速度慢, 效率较低, 测头易损坏, 不适合测量柔软物体; ②非接触式测量法, 比较常用的是激光三角形法, 它适合测量复杂曲面, 测量速度快, 能够测量薄、软的工件。在实际的工程应用中, 往往采用两种测量方法相结合, 如利用非接触式测量速度快的优势先对实体进行整体测量, 然后在重要部位采用接触式测量, 这样既保证了测量精度, 又提高了测量速度。

数据处理也是逆向工程中十分重要的部分, 它的好坏直接决定着曲面模型重构这一环节能否方便、快速、准确地进行。无论采用什么测量方法或是测量设备都不可避免地会存在误差, 这就使得数据的处理十分必要。数据处理主要包括: 对多次测量得到的点云对齐、去除噪声点、修补缺损数据、压缩冗余数据、对数据进行平滑处理等等。

3 模型重构技术及逆向软件的选择

曲面模型重构是整个逆向工程中最重要、最关键的环节, 因为无论采取什么先进的加工制造手段都要以重构的 CAD 模型为基础。按照不同的条件, 曲面重构方法有不同的分类方式, 这里主要介绍两

种。第一种是根据曲面的拓扑结构分类:①以三角 Bezier 曲面为基础的曲面重构方法;②以 NURBS 曲线曲面为基础的曲面重构方法,两种方法各有优劣,但是现在大多数通用 CAD/CAM 软件系统都采用 NURBS 曲线曲面表示,为了实现逆向软件与通用 CAD/CAM 软件的无缝连接,所以目前的曲面重构方法以 NURBS 曲线曲面为主。第二种是按照造型方式分类:①基于曲线的模型重建,即“点—线—面”的造型方式;②基于曲面的直接拟合,即“点—面”的造型方式。这两种方式是逆向软件重构曲面的主要方式。

逆向工程软件的选择有两种方案:一是具有逆向模块的正向 CAD/CAM 软件,如 Pro/Engineer、CATIA、UG 等等;二是专用的逆向造型软件,如 Imageware、Geomagic、ICEMSURF 等等。前者通常具有较强的测量数据处理、曲线曲面构建以及误差检测与分析功能,而后的优势在于它的曲面、实体造型和参数化编辑修改功能。在实际的工程应用中可以根据实际情况采用单一软件或是综合采用多种软件,因为即使是同为专用逆向软件或是正向软件,它们也都具备各自的优劣势。

4 工程实例

电动车刹车罩是日常生活中十分常见的电动车零部件,选取它作为模型重构实力具有较强的实际意义,刹车罩通常有两片,它们的曲面复杂程度相近,这里选取其中一片进行分析,刹车罩原型如图 2 所示。



图 2 刹车罩原型

本例属于中等复杂程度,为了达到更好的效果,以 CATIA 软件为主并辅助运用 Imageware,两种软件交互式进行设计。这也体现了当今逆向工程领域主流的设计方式:在正向 CAD 软件的基础上配备专用的逆向造型软件。

4.1 数据处理

使用 Imageware 软件进行数据处理,Imageware 软件作为一款老牌专用逆向软件,在许多方面都有其独特优势,它具有强大的数据处理、曲线曲面拟

合、误差检测与分析功能,处理数据量能够达到百万级。良好的数据兼容性也是它的一大优势,Imageware 提供了一个无缝的、介于领先的 CAD 系统和 Imageware 内部文件格式之间的中性 CAD 数据交换,几乎任何现有测量设备所获得的测量数据都可以直接导入 Imageware 软件中。利用 Imageware 的数据处理优势,首先对获得的原始点云进行去除噪声点、数据精简等数据与处理工作,最主要的步骤就是在 Imageware 环境中对原始点云进行坐标对齐工作,因为坐标对齐是在 CATIA 环境中进行参数化设计的基础。不在 Imageware 中进行曲线曲面重构,其原因是 Imageware 的参数化设计不强,而在 CATIA 软件中可以方便地对曲线曲面进行动态编辑。图 3 是坐标对齐前后的点云对比图。

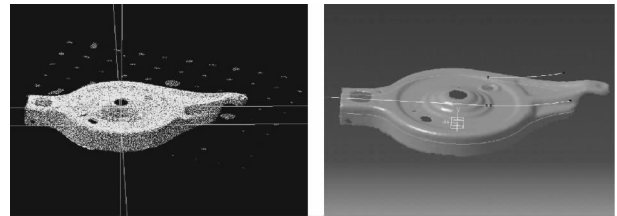


图 3 坐标对齐前后点云对比

4.2 模型重构

在经过 Imageware 进行点云预处理及坐标对齐以后,将获得的点云导入 CATIA 环境中进行模型重构。CATIA 是由法国 Dassault 飞机公司开始发展起来的一整套完整的 3D CAD/CAM/CAE 软件。该软件具有高级的曲线曲面编辑造型功能,同时体现了专用逆向软件与正向软件的差异:前者强于数据处理,而后的优势在于强大的曲面、实体造型功能。本例的模型重构采用“点—线—面”的重构方式,这种重构方式相对以面为基础的重构方式更为复杂,因为需要更多的人工处理,但是造型精度高,因此应用较多。

首先使用剖截面工具对点云进行取线,取线工作以 Imageware 对气候的坐标为基准,在 X、Y 两个方向剖切,取出扫描线。然后提取出特征线,如经过刹车罩大圆中心的 Y 向扫描线,使用曲线编辑功能对特征线进行编辑修改,修改的过程中要结合用卡尺测得的实物的尺寸。然后以线为基础进行曲面重构,重构的过程主要分三个部分:大圆的旋转面以及左右两端的曲面,三部分曲面做好之后进行曲面编辑工作。再将编辑好的曲面生成实体,最后进行实体造型,如“倒圆,抽壳”等等。经过以上步骤,模型重构工作就基本完成了,重构后的模型见图 4。

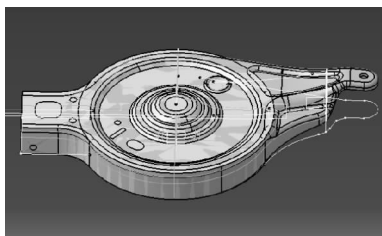


图4 重构后的模型

5 结语

在逆向工程模型重构的工程实践中,充分了解各种逆向软件的优势并根据实际情况选择合适的软件很重要。业界主流的设计方法是专用逆向工程软件与正向3D CAD/CAM/CAE软件相结合,这样可以充分发挥前者在数据处理和曲线、曲面构建方面的优势以及后者强大的曲面、实体造型功能。本文所采用的就是Imageware与CATIA两种软件交互式进行设计。而在曲面构建方式上,工程应用中仍倾向于“点—线—面”式重构方式,尽管该种方式相对于以面为基础的重构方式复杂、自动化程度不高。因为这种方式需要更多的人工干预,如繁琐的曲线曲面编辑修改,但这些工作都是为了提高重构后模型的精度。所以为了达到精度上的要求,工程实践中多采用此法。

参考文献

- [1]刘伟军,孙玉文,等. 逆向工程原理·方法及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
 - [2]单岩,谢斌飞,等. Imageware 逆向造型技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
 - [3]李成. CATIA V5 从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
 - [4]刘晓宇. Pro/ENGINEER 野火版逆向工程设计完全解析[M]. 北京:中国铁道出版社,2011.
 - [5]胡爱田,缪丹云,朱双明. 基于 Imageware 和 Pro/E 的反求工程应用[J]. 机电工程技术,2006,35(12):27-28.
 - [6]刘霞,董黎敏,吴大将. 基于 Imageware 和 Pro/E 的自行车鞍座曲面反求设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2009(2):20-23.
 - [7]林成辉,鞠鲁粤,应成勇. 基于逆向工程的点云采集与曲面重构[J]. 现代机械,2009(1):18-20.
 - [8]李志新,黄曼慧,成思源. 逆向工程中的 CAD 建模技术及软件系统[J]. 机床与液压,2007(9):46-47.
- 第一作者:曹晓兴,硕士研究生,郑州大学机电一体化研究所,450001 郑州市
- First Author: Cao Xiaoxing, Postgraduate, Mechatronics Institute, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

循环经济“十二五”规划即将发布

《经济参考报》记者从日前召开的“中国循环经济论坛”上获悉,《全国循环经济发展“十二五”规划》(下称《规划》)已经编制完毕,报国务院批准后上半年发布。据权威人士透露,国家发改委正在指导各地制订循环经济发展规划,同时将进一步完善国家对循环经济的投融资支持政策。据估测,2015年我国循环经济相关产业产值有望达到1.5万亿元。

杨春平说,国家的“十二五”规划纲要首次提出“十二五”期间资源产出率提高15%的目标,并且从推行循环型生产方式、健全资源循环利用回收体系、推广绿色消费模式、强化政策和技术支撑等四个方面,提出发展循环经济的主要任务。为完成“十二五”时期循环经济发展的主要任务《规划》提出要实施“十百千”示范工程。“十”是十大工程,“百”是百个循环经济示范城市县,“千”是千家循环经济示范企业和园区。其目的是在全国范围内推广循环经济典型模式,构建循环经济产业体系。《规划》提出,要构建循环型工业体系、循环型农业体系以及循环型服务业体系,同时要在社会层面上推广循环经济。

《经济参考报》记者从国家发改委获悉,在《规划》的指引下,发改委和有关部门正加紧指导各地科学编制本地区循环经济发展规划,缓解资源和环境压力,促进经济可持续发展。

国家发改委将会同中国人民银行等部门进一步完善关

于支持循环经济发展的投融资政策措施。在规划、投资、产业、价格、信贷、债权融资产品、股权投资基金、创业投资、上市融资、利用外资等方面,完善支持循环经济发展的具体措施。

据透露,一是通过制定规划引导社会资金。国务院将在上半年发布全国循环经济发展规划,同时各地也要因地制宜制定本区域的循环经济发展规划,确定发展循环经济的重点领域、重点工程和重大项目,为社会资金投向循环经济指明方向,减少社会投资的政策风险。

二是充分发挥政府投资对社会投资的引导作用。中央财政将继续安排资金支持循环经济重点项目建设。各地在制定和实施投资计划时,也要将“减量化、再利用、资源化”等循环经济项目列为重点投资领域。对发展循环经济的重大项目和技术示范产业化项目,采取直接投资或资金补贴、贷款贴息等方式加大投资力度。

三是发挥产业政策对社会资金引导作用。认真清理限制循环经济发展的不合理规定,制订并细化有利于循环经济发展的产业政策体系,引导社会资金投向资源循环利用产业,加大循环经济技术、装备和产品的示范、推广力度。

四是发挥价格杠杆对社会资金的引导作用。研究促进循环经济发展的相关价格和收费政策,引导消费者使用节能、节水、节材和资源循环利用产品,使得循环经济项目能够对社会资金产生巨大吸引力。