

文章编号: 1674-8085(2015)04-0055-04

基于 Geomagic 某款汽车模型车身逆向造型设计

张超敏^{1,*}, 张庭芳¹, 何新毅¹, 谢世坤^{1,2}, 王千亮¹

(1. 南昌大学机电工程学院车辆工程研究所, 江西, 南昌 330031; 2. 井冈山大学机电工程学院, 江西, 吉安 343009)

摘 要: 逆向工程是基于现有的产品进行再设计, 再生产, 可以缩短研发周期、节省研发经费、提高产品效益, 是现代设计非常重要的研究手段。通过激光抄数机扫描测量得到保时捷汽车模型车身的点云数据, 然后使用 Geomagic Studio 软件对测取的点云进行优化处理, 并进行多边形阶段的编辑及形状阶段的处理, 构建出完整的 NURBS 曲面, 最后对生成的车身曲面进行偏差分析, 得到能用于 CAD/CAM 阶段的车身曲面模型。结果表明, 该研究方法可以作为车身设计的一种有效的方法。

关键词: 逆向工程; 车身点云; Geomagic Studio; NURBS 曲面; 偏差分析

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2015.04.010

REVERSE MODELING DESIGN FOR CAR BODY BASED ON GEOMAGIC

ZHANG Chao-min^{1,*}, ZHANG Ting-fang¹, HE xin-yi¹, XIE shi-kun^{1,2}, WANG Qian-liang¹

(1. School of Mechanical and Electric Engineering, Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330031, China;

2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Jinggangshan University, Ji'an, Jiangxi 343009, China;)

Abstract: Reverse engineering, an approach to redesign and reconstruction the finished-product, is regarded as a crucial means of modern design. It can shorten the cycle of research, reduce the cost and improve the efficiency of products. Through a laser scanner measured a point-clouded datum of a Porsche car, we optimized the point cloud and edited in the Polygon stage and processed in the shape stage by the Geomagic Studio software. After these steps, a complete NURBS surface is built. Finally, by means of deviation analysis on the body surface, a surface model which can be used in CAD/CAM stage is produced. The results suggest that this research method can be used as an effective method to design the car body.

Key words: reverse engineering; car body point cloud; Geomagic Studio; NURBS surfaces; deviation analysis

汽车车身设计是汽车发展非常重要的篇章, 它不仅代表着汽车的外貌美观, 影响人们的视觉, 而且会影响汽车行驶燃油经济性和安全性。由于汽车是个很复杂的空间薄壁壳体, 所以按传统设计方法, 会使其设计时间很长, 效率很低。为了有效地缩短产品研发周期和提高效率, 实现从实物到几何模型的直接转换, 人们逐渐开始摸索新的产品开发

方法。逆向工程概念就是在这样的大环境下出现的。

逆向工程(reverse engineering)是指在已有实物的前提下, 通过仪器获取实物原型的表面数据, 提取其几何特征, 重建实物原型 CAD 模型^[1], 然后将这些模型用于产品的分析设计和加工制造过程。目前, 由于逆向工程本身固有的优势和逐渐成熟的技

收稿日期: 2015-04-16; 修改日期: 2015-05-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(51165010); 江西省高等学校科技落地计划项目(KJLD14066)

作者简介: 张超敏(1992-), 男, 江西吉安人, 硕士生, 主要从事汽车车身结构分析与优化设计研究(E-mail:1192211837@qq.com);

*张庭芳(1971-), 女, 山东曲阜人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事镁合金塑性成型和工艺控制及新能源汽车和汽车电子控制方向方面的研究(E-mail: tfzhang@ncu.edu.cn);

何新毅(1992-), 男, 江西赣州人, 硕士生, 主要从事汽车车身结构分析与优化设计研究(E-mail:877920891@qq.com);

谢世坤(1973-), 男, 江西吉安人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事轻金属材料成型工艺控制的研究(E-mail:xskun@163.com);

王千亮(1992-), 男, 江西吉安人, 主要从事汽车车身结构分析与优化设计研究(E-mail:ixjawql162332@qq.com)。

术, 使得其在航空、造船、汽车等现代制造业的各个领域中都得到广泛的应用^[2]。

对某款保时捷汽车模型进行车身逆向造型设计研究思路如图 1 所示。

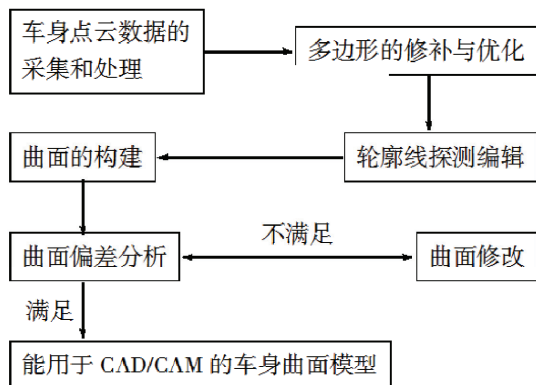


图 1 本文研究内容流程图

Fig.1 The flow chart of research contents of this paper

1 点云数据的采集与处理

1.1 点云数据采集

在产品的逆向开发中, 主要通过三坐标测量机来获取样件的三维数据。三坐标测量机分为接触式和非接触式两种^[3], 文中采用非接触式三坐标测量, 使用智泰精密仪器有限公司的 3D Family 激光抄数机对汽车车身点云数据进行采集, 如图 2 和图 3 所示。



图 2 保时捷车模原型

Fig.2 The model prototype of Porsche car



图 3 抄数机扫描车身

Fig.3 Scanning car body by a laser scanner

文中主要采集模型的顶部、侧面、前部和尾部四个地方的点云, 采集结果如图 4 所示。

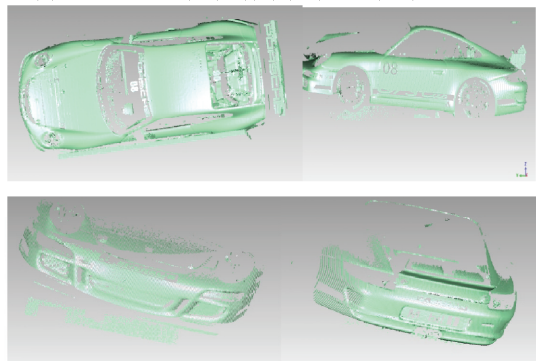


图 4 模型四大点云

Fig.4 The four main point cloud of model

1.2 点云数据分析与处理

在测量时, 由于光线的作用、测量仪器的本身因素和操作水平等因素, 导致采入的数据都不可避免地会带入杂点, 特别是尖角和边界附近较为明显。另外, 激光扫描所获取的海量数据, 会严重影响曲面重建算法的效率^[4-5], 因而必须对其进行数据处理。

其主要的预处理工作包括: 去除噪声点、数据精简、多视点云的对齐拼接。最后得到结果如图 5 所示。

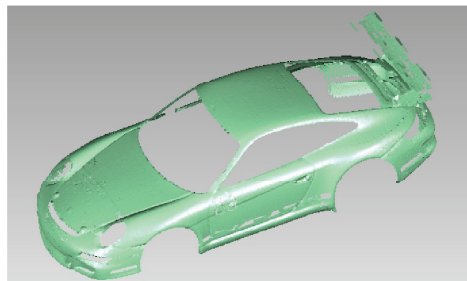


图 5 拼接后的点云图

Fig.5 A complete of point cloud

由于拼接后的点云模型只有右侧面点云, 根据汽车车身的左右对称原理, 需要将右侧面点云镜像到左侧面去, 如图 6 所示。

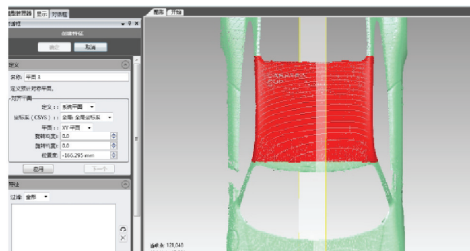


图 6 车身左右对称

Fig.6 Symmetrical car body

镜像后的模型不免会出现一些重合误差的杂点。所以还要对其进行去除杂点、不规则点和封装处理。得到结果如图 7 所示。

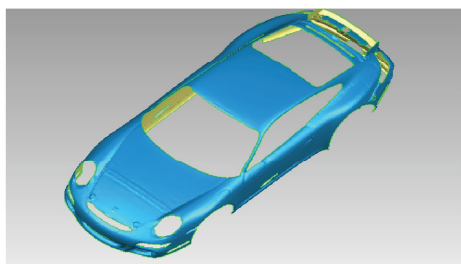


图 7 对点云模型进行封装后
Fig.7 Encapsulation of the point cloud model

2 多边形编辑操作

2.1 多边形的修补

经过上述的点云数据处理后,虽然得到比较完整的点云图,但是车身还是存在很多孔洞需要修补。可以运用网格医生和填充孔命令一起来完成。效果如图 8 和图 9 所示。

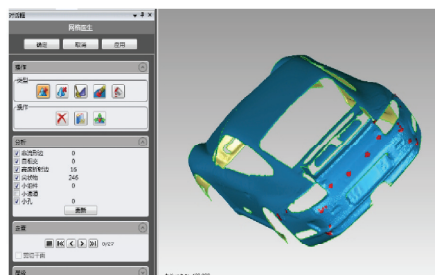


图 8 网格医生填充小孔示意图
Fig.8 Fill holes by grid doctor

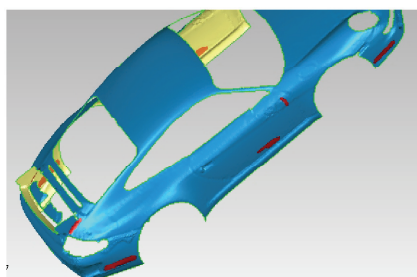


图 9 填充孔命令修补
Fig.9 Repaired by the order of fill the hole

2.2 多边形的优化

在经过多边形孔洞修补的模型中,边界线总不免存在曲折错乱不规律、肿块和压痕以及与车身无关的特征项。比如车门处的数字符号“08”等,都是一些无关特征项,对此需要进行编辑优化和特征去除处理。得到结果如图 10 所示。

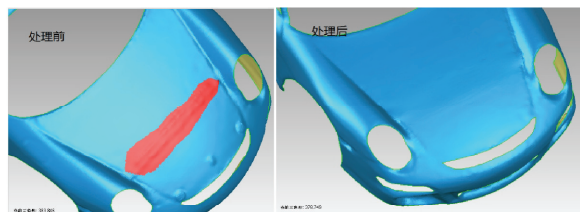


图 10 特征处理前后对比图

Fig.10 Comparison between before Feature processing and after

此外,经过上述处理后的模型,车身轮廓线还不好提取,需要进行锐化操作,用以加强轮廓线等功能,轮廓线编辑操作把轮廓线抽取出来,便于后面曲面构建。如图 11 和图 12 所示。

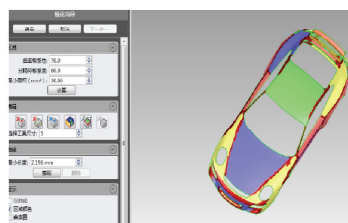


图 11 锐化时高曲率计算图

Fig.11 The high curvature calculation chart when sharpening

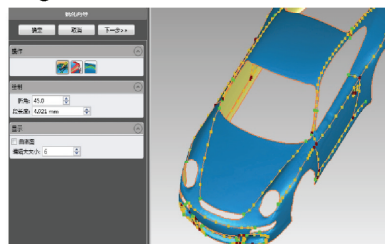


图 12 轮廓线编辑

Fig.12 Edited the Contour line

3 NURBS 曲面的构建与分析

3.1 曲面的建立

因为扫描点云(STL)的表面质量较差且面过多,而且最终形成的曲面精度与此时生成的曲面有很大的关系,所以需要经过形状阶段处理得到质量较好且面较少的 NURBS 曲面。

其主要的处理技术是:1、轮廓线处理,主要命令有探测轮廓线和曲率、编辑轮廓线^[6]。处理结果如图13所示。

2、曲面片处理,主要命令有构造曲面片、松弛曲面片、移动曲面片。处理结果如图14所示。

3、栅格处理,主要命令有构造栅格。处理结果如图15所示。

4、NURBS 曲面处理,主要命令有拟合曲面、

合并曲面。处理结果如图16所示。

在曲面生成后,还需要检查曲面高斯曲率,如果曲率不符合要求,应该要对特征曲线和曲面重新编辑处理,直到满足要求为止^[7]。

最后得到的 NURBS 曲面能作为 IGES/STEP 文件输出,并可输入任何 CAD/CAM 系统中^[8]。

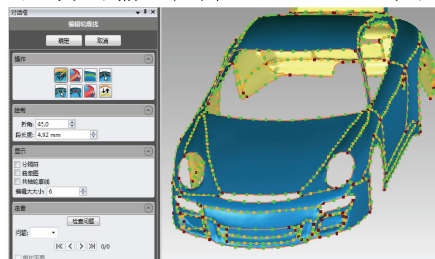


图 13 轮廓线修改编辑

Fig.13 Modified the Contour line

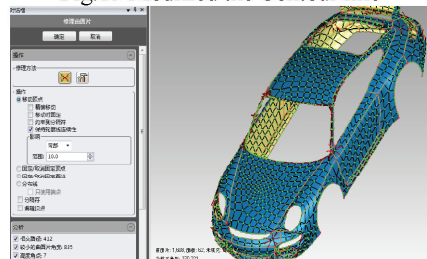


图 14 曲面片处理

Fig.14 Modified the Surface

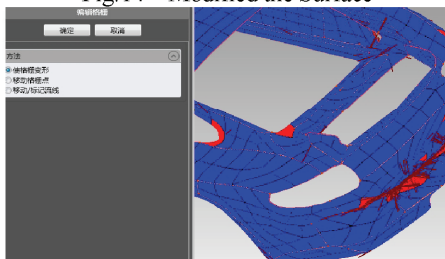


图 15 栅格处理

Fig.15 Grid processing

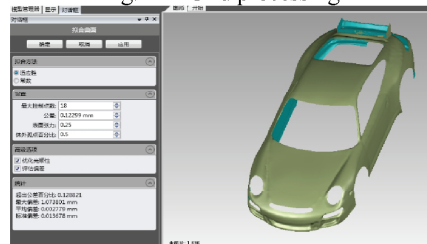


图 16 拟合曲面

Fig.16 Fitting surface

零件的曲面模型创建完成后,可以使用 Shell 命令来对曲面进行增厚。这样操作生成的就是零件实体模型。

3.2 曲面偏差分析

偏差分析是探测数据现状、历史记录或标准之间的显著变化和偏离。为了检查拟合生成的曲面是否符合设计要求,需要对生成的曲面与原始点云数据进行 3D 比较。图 17 所示为 NUBRS 曲面偏差分析

析结果。其中色谱分为 11 种颜色,绿色代表误差允许范围,向上颜色代表上偏差凸出部分,向下颜色代表下偏差凹陷部分^[9]。由图 17 我们可以直观知道该设计符合要求。具体数值如下:最大偏差为 0.360 mm,最小偏差为 0.007 mm,标准偏差为 0.011 mm,符合偏差要求。

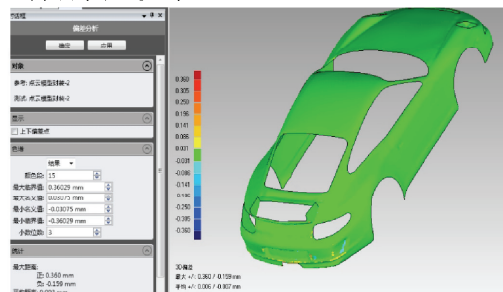


图 17 NUBRS 曲面偏差分析

Fig.17 Deviation analysis on the NUBRS surface

4 结论

汽车车身设计是整车设计非常重要的篇章。文中采用逆向造型技术,打破传统设计方法,快速有效地实现了保时捷汽车模型车身的逆向建模设计,而且最后对车身进行了偏差分析,结果也满足要求。所以该方法可以作为汽车车身优化设计的一种有效的参考方法。

参考文献:

- [1] 金涛,童水光,颜永年. 逆向工程技术[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 彭燕军,王霜,彭小欧. UG、Imageware 在逆向工程三维模型重构中的应用研究[J]. 机械设计与制造,2011,5(5): 85-87.
- [3] 周煜,杜发荣,高峰. 基于 Imageware 软件的汽车内饰逆向设计方法[J]. 机械设计,2006,23(8):47-49.
- [4] 陈黎卿,王继先,刘忠存. 逆向工程技术在汽车车身造型设计中的应用[J]. 机械制造,2006,44(8):20-21.
- [5] 武振锋,谢坤,陈周锋. 基于 CATIA 的轿车引擎盖逆向设计与质量评价[J]. 机械设计,2013,30(10):70-73.
- [6] 吴家翀. 逆向工程的关键步骤及主要技术[J]. 科技信息,2010(9):512-518.
- [7] 胡影峰. Geomagic Studio 软件在逆向工程后处理中的应用[J]. 制造业自动化,2008,13(9):135-137.
- [8] 李丽娟,高嫻,林雪竹. 基于 Geomagic Qualify 的工件偏差检测技术[J]. 制造业自动化,2014,36(5):35-38.