

文章编号 1004-924X(2002)04-0376-04

无图纸检测中的 CAD/CMM 软件接口技术

张 磊, 车仁生, 黄庆成, 叶 东

(哈尔滨工业大学 自动化测试与控制系, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 在简要介绍了无图纸检测技术中 CAD/CMM 系统集成的必要性之后, 提出了一种基于 IGES 文件的三维零件模型转换的新方法, 该方法能够对待测零件的 CAD 数据自动进行提取和识别, 并能在 CMM 系统中重构零件模型。文中给出了其实现的基本原理和算法, 最后通过实验加以验证。

关键词: 计算机辅助设计; 坐标测量机; 接口技术

中图分类号: TP391.72 文献标识码: A

1 引言

坐标测量机(简称 CMM)作为一种大型精密仪器, 具有测量空间大、精度高、通用性强等特点, 因而成为实现质量控制的重要检测设备。然而, 随着柔性自动化生产方式和计算机集成制造系统(CIMS)的开发与应用, 促使检测技术向高效和智能化方向发展, 这就对 CMM 提出了更高的要求, 即不但能根据工件图纸标注的技术要求, 通过自学习或人工输入的程序进行测量, 而且要具备直接读取 CAD 设计信息并识别和提取检测技术要求的能力, 使之能够依据不同被测零件的 CAD 三维模型自动生成测量程序, 并进行检测, 实现 CAD/CMM 的集成, 这就是所谓的无图纸检测技术。从用户的角度来看, 尤其是自 90 年代中期以来, 他们更关心、更注重的往往是: 按工件的 CAD 模型实施测量、测量结果的图形显示输出、数据的统计分析功能、实现计算机联网、以脱机方式生成工件测量程序等等^[1]。

要实现上述功能, 即如何在 CMM 环境下获得 CAD 软件中的工件模型是其中的关键技术之一, 这包含零件 CAD 设计信息的提取、识别以及后续处理。零件建模是 CMM 后续零件定位、检测规划、路径生成的前提和基础。但是, CMM 技术的发展是独立于一般的 CAD 技术发展的, 为了

实现 CAD/CMM 零件建模, 必须为这两个不同的应用领域提供转换接口。为此, 本文提出了基于 IGES 图形标准的 CAD/CMM 软件接口技术, 它提供了一种图形格式转换机制, 使得在 CAD 系统中已经设计好的零件三维模型, 可以直接移植到 CMM 系统中使用, 为零件的检测规划以及后续测量等操作打下良好的基础, 使无图纸设计与制造成为可能。

2 零件模型转换的基本原理

我们提出的模型转换以 CAD 系统导出的 IGES 图形文件为研究对象。IGES 标准是美国国家标准局和工业界共同制定的, 它以产品设计图样为直接处理对象, 规定了图样数据文件的格式规范。现有的不同公司开发的 CAD 软件, 其内部图样数据存储各不相同, 但都可以遵循 IGES 标准的规定。这样, 经过 IGES 格式数据文件的中介作用, 就可以实现从 CAD 系统到 CMM 系统的零件模型转换。

对 CMM 系统中三维零件模型的绘制, 采用通用的 OpenGL 三维图形标准, 用 OpenGL 编写的程序不仅可以在 SGI、DEC、SUN、HP 等图形工作站上运行, 而且可以在微机 Windows NT3.5 以上版本或 Windows 95 环境下运行。OpenGL 是一种图形与硬件的接口, 包括了 100 多个图形函数,

开发者可以用这些函数来建立三维模型和进行三维实时交互。OpenGL 提供的基本功能有:模型绘制、模型观察、颜色模式的设定、光照应用、图像效果增强、位图和图像处理、纹理映射、实时动画和交互技术等。OpenGL 基本库提供了大量的绘制各种类型图元的方法,如点、线、多边形等,有了这些图元就可以建立比较复杂的模型了。

零件从设计到在 CMM 系统中重新建模的基本原理如图 1 所示,在 CAD 系统中完成零件的三维建模,再经过 CAD 系统提供的 IGES 前置处理器将零件模型转换为 IGES 格式的图形文件,通过转换模块对该文件的分析,提取其中有用的几何信息,将其处理为便于 OpenGL 函数操作的数据,进而调用 OpenGL 函数自动地重构符合 CMM 系统要求的零件模型。

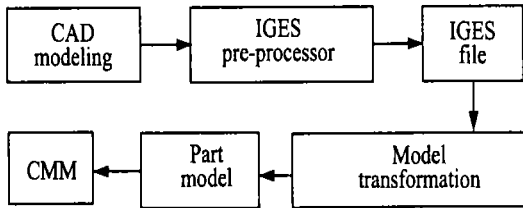


图 1 零件建模的原理图

Fig. 1 Schematic diagram of part modeling.

3 零件模型转换的实现

IGES 标准定义了一个 ASCII 码文件格式来表示结构、语言、拓扑、几何和非几何数据。IGES 的 5.1 版本支持框架、曲面和实体模型。出于向前兼容性的考虑,大多数的 CAD/CAM 系统都支持符合 IGES 标准的曲面模型。像工作站上的 Pro/E, CADDs, 微机上的 Solidworks, SmartCAM 等均把 IGES 曲面模型作为自己系统的数据接口之一。曲面模型以剪切参数曲面片为主,用没有拓扑信息的下层几何元素,像直线、样条曲线、NURBS 曲面、剪切曲面等表示三维几何数据信息^[2]。以 Pro/E 系统为例,它允许使用的 IGES 元素有 144、142、128、126、102、110、100 等。根据 IGES 标准^[3],对修剪的参数曲面的分析过程如图 2 所示。

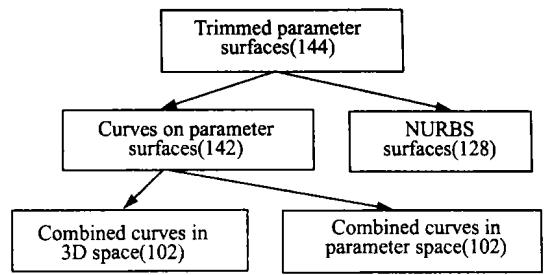


图 2 IGES 参数曲面的分析过程

Fig. 2 Analysis of IGES parameter surfaces.

为了得到 IGES 数据,在 VC++ 6.0 的环境下,读入以*.igs 为扩展名的文本文件。文件中每行的结尾都有行号,可以以该行号为索引,根据指针查找所需的数据。首先,提取零件的所有曲面信息。由图 2 所示,先找到剪切的参数曲面 144,从中得到待剪切的 NURBS 曲面 128 及其上的剪切曲线 142 的信息,在剪切曲线 142 中分别给出了曲线在三维空间和参数空间的不同描述,在参数空间内对曲面进行剪切,因此将 NURBS 曲面及其在参数空间内剪切曲线的有关数据组合成一个字符串。以此类推,将所有曲面信息的字符串链接起来组成字符串链表,该链表就包含了零件的所有曲面信息。

接下来对链表的分析如图 3 所示,先得到链表的首位置,即指向包含第一个曲面所有信息的字符串。根据 gluNurbsSurface() 函数的参数定义,提取字符串中的有用信息如节点、控制点等,即可绘制未经过剪切的曲面。OpenGL 提供了对曲面的剪切功能,剪切时应先说明外边界剪切曲线,然后再说明内边界剪切曲线。外边界只用一个组合曲线 102 表示,剪切曲线可以由 gluPwlCurve() 函数和 gluNurbsCurve() 函数或其组合来定义。内边界的剪切同外边界类似,所不同的是内边界可能由零个或多个组合曲线表示。OpenGL 通过曲线控制点的逆顺时针方向确定内外边界。由于描述内外边界剪切曲线的语法相同,所以可以将内外边界组合在一起,如图 3 所示,令总的剪切次数等于内边界个数加 1。有关 OpenGL 语法参见文献[4]。

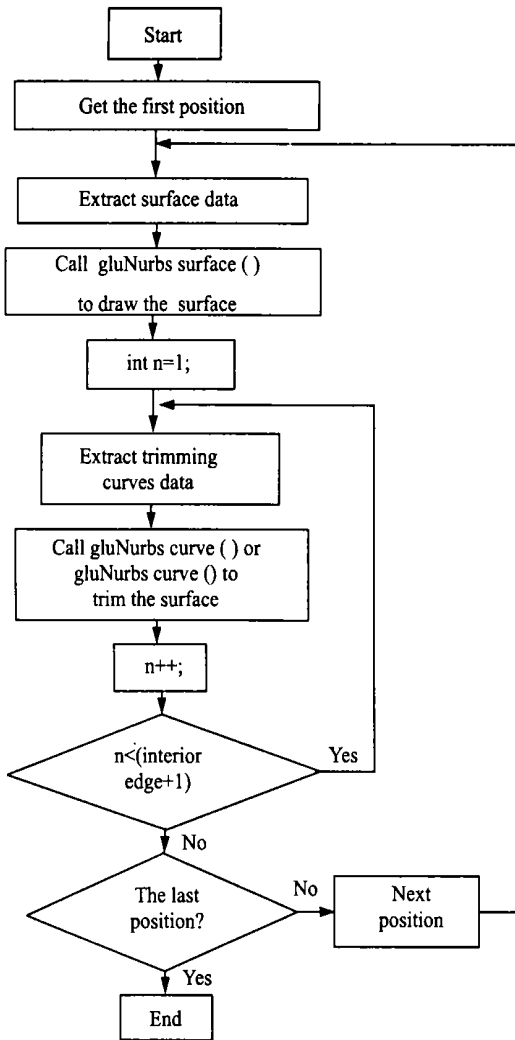


图 3 分析曲面信息的算法

Fig. 3 Algorithms of analyzing the surface data.

经过以上过程, 就可以绘制出一个完整的曲面。循环上述过程, 就能完全实现零件的几何模型。如图 4 是零件在 Pro/E 中的原始设计图, 图 5 是经过本文的方法转换后的结果。

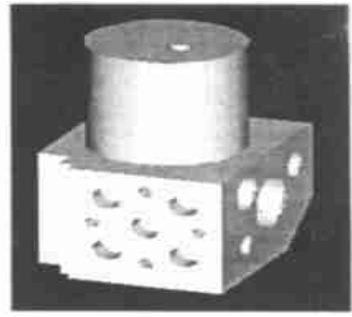


图 4 Pro/E 设计的零件图

Fig. 4 Part model designed by Pro/E.

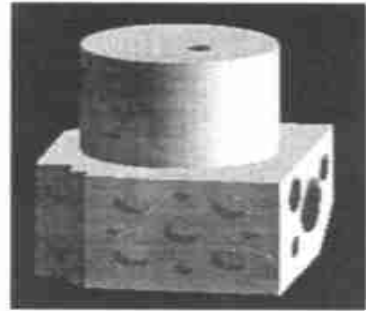


图 5 转换后的零件图

Fig. 5 Part model after transformed.

4 结 论

本文针对 CAD 与 CMM 系统间的数据接口问题进行了讨论, 提出了一种三维零件模型的转换方法。通过实践证明, 此方法可以在 CMM 系统中实现零件模型的几何重构, 对信息的提取和识别是完全的、准确的。今后的研究工作应该进一步扩大对 IGES 定义的其它类型号实体的支持, 使之能处理 PRO/E 以外的其它 CAD 系统生成的 IGES 文件。

参考文献:

- [1] 朱正德. 国产坐标测量机的市场前景及对产品开发的几点看法[J]. 航空精密制造技术, 2000, 36(1): 1-6.
- [2] 刘得智, 董金祥, 何志均. 基于曲面模型的 IGES 前后置处理器的设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 1999, 11(2): 100-103.
- [3] IGES Organization. Initial Graphics Exchange Specification Version 5.1[M]. New York: ISO, 1991.
- [4] 向世明. OpenGL 编程与实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.

Software interface technology of the CAD/CMM system in paperless inspection

ZHANG Lei, CHE Ren_sheng, HUANG Qing_cheng, YE Dong

*(Department of Automatic Measurement and Control,
Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)*

Abstract: After introducing the necessity of integrating the CAD/CMM system in paperless inspection, this paper proposes a new method of setting up geometrical modeling of parts, which is based on IGES-files. By this method, the CAD data of parts to be measured are extracted and recognized automatically, and their models are rebuilt in the CMM system. The principles of parts modeling and the algorithms are presented. Furthermore, an experiment is shown to certify the correctness of the modeling way.

Key words: computer aided design; coordinate measuring machines; interface techniques

作者简介:张 磊(1977-),男,哈尔滨人,哈尔滨工业大学自动化测试与控制系硕士研究生,主要研究方向为计算机辅助测试和集成质量系统的研究;E-Mail: zhangiel@sina.com

车仁生(1939-),男,哈尔滨人,哈尔滨工业大学自动化测试与控制系教授,博士生导师,主要从事仿生计量仪器,智能仪器与虚拟仪器,计算机辅助测试和集成质量系统方面的研究工作。