

文章编号: 1000-5013(2007) 04 0337- 04

激光加工 CAD/ CAM 系统的开发

谢 明 红

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 研究激光加工计算机辅助设计(CAD) 与计算机辅助制造(CAM) 系统的体系结构和信息流程, 分析其主要功能模块, 即系统接口模块、CAD 绘图模块、图像处理模块、CAM 处理模块等. 采用面向对象编程方法和 VC++ 6. 0 开发激光加工 CAD/ CAM 软件系统, 实例表明, 系统具有切割和影雕图像生成两大功能, 同时还具有 DXF 文件导入接口、图形输入、编辑、刀具路径生成等功能, 生成的数控(NC) 代码和影雕图像应用于自主开发的数控激光加工系统上, 可得到满意的产品.

关键词: 激光加工; 计算机辅助设计; 计算机辅助制造; 切割; 影雕

中图分类号: TG 485; TP 391. 7

文献标识码: A

国内外对各种切割技术的研究^[1-2]已经进行了很多年, 但研究得更多的是各种切割技术在实际应用中遇到的问题, 而对切割 CAD/ CAM 的研究^[3]还很少. 针对激光加工特点, 数控激光加工机有切割和影雕两种加工方式. 影雕是以早年的“针黑白”工艺为基础而发展并创新的新工艺, 它具有浓厚的文化内涵、精美的成品效果, 是一种新兴的产业. 然而, 由于传统加工水平和加工方式的限制, 使它很难进行产业化和规模化的发展. 随着激光技术、计算机图像处理技术的发展, 以及计算机数控技术的广泛应用, 为影雕走上产业化铺平了道路. 本文将激光技术、图像处理技术和计算机数控技术应用到影雕加工中, 并把图像的影雕处理集成到激光加工 CAD/ CAM 软件中.

1 系统的体系结构

激光加工 CAD/ CAM 系统采用 3 层体系结构进行管理, 如图 1 所示. 图 1 中, 上层为系统应用层, 是本系统和用户的接口, 通过它可完成从设计、分析、仿真到加工的所有任务, 并实时地反馈各种结果信息. 由系统应用层获取的设计、工艺等数据信息直接存储到数据层中, 根据通过操作信息的要求驱动功能层的相应功能函数进行功能的实现. 中间层为基本功能层, 实现系统的各种功能, 是系统的核心, 包括特征造型、图形图像的编辑处理、图形的前置、后置处理、影雕处理等. 基本功能层的各种操作通过应用层进行驱动, 而它的数据信息由数据管理层获得, 处理

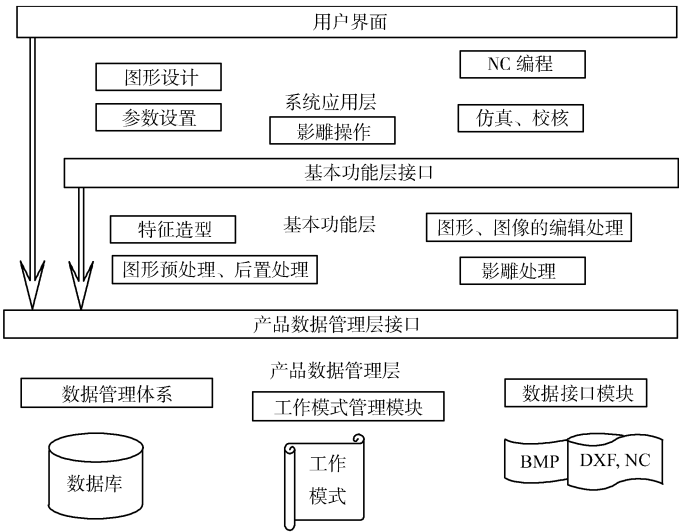


图 1 系统的体系结构框图

Fig. 1 The architecture of the software system

存储到数据层中, 根据通过操作信息的要求驱动功能层的相应功能函数进行功能的实现. 中间层为基本功能层, 实现系统的各种功能, 是系统的核心, 包括特征造型、图形图像的编辑处理、图形的前置、后置处理、影雕处理等. 基本功能层的各种操作通过应用层进行驱动, 而它的数据信息由数据管理层获得, 处理

收稿日期: 2007-01-28

作者简介: 谢明红(1968), 男, 副研究员, 博士, 主要从事数控技术与 CAD/ CAM 及计算机视觉的研究. E-mail: xmh3721@tom.com.

基金项目: 福建省自然科学基金计划项目(E0640007)

后又存回数据库. 底层为产品数据管理层, 实现各种数据的转换、存储和管理. 通过数据库管理体系对数据库进行有效的管理; 通过工作模式管理模块对系统的工作模式进行有效的管理, 使得系统能在多种模式下工作; 通过数据接口模块实现与其他系统的数据交换, 如通过 DXF, BMP 等进行图形图像的数据交换等.

采用这种体系结构的优点在于, 底层采用统一的数据管理方法, 当产品模型改变时, 数据的管理方式不变, 对系统程序影响不大; 系统为分层结构, 并且每一层又是相对独立的, 这样每一层进行功能扩充时, 对其他层的影响很小.

2 系统的信息流

图 2 为激光加工 CAD/CAM 系统的信息总流程图. 通过它展示了产品从设计、规划到加工的所有可能的数据流程. 其中数据管理系统是数据流程的枢纽和核心所在, 所有的数据信息都由它存储、管理. 数据管理系统又由图形数据管理体系和图像数据管理体系两大模块组成. 对图形元素的管理, 采用面向对象的管理机制, 为每个图形元素创建的一个图形元素类对象, 在创建这个对象时得到指向这个对图 2 系统的信息总流程图像的指针, 并通过建立一个动态对象指针数组来管理这些指针, 来达到管理所有图形元素对象的目的. 在后置处理等有顺序要求的, 则采用链表结构进行数据的管理. CAD 设计系统中, 数据的来源包括基于鼠标、键盘的输入互动设计、字体字符

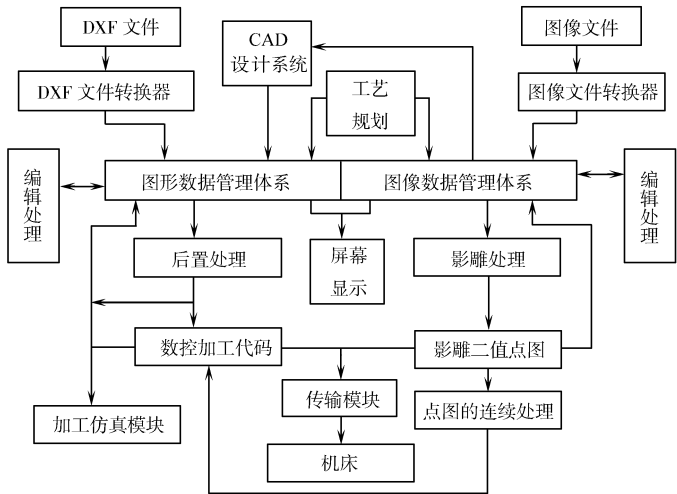


图 2 系统的信息总流程图

Fig. 2 General flow processing diagram of system information

的提取设计和基于图像的描图设计. 其中, 基于图像的描图设计跨越了图形和图像两个数据管理区. 各种编辑处理是对各种数据进行直接的操作. 在后置处理的时候要进行数据结构的转变, 改为用链表结构进行顺序的记录存储, 并且最后生成刀具轨迹链表. 加工模拟仿真的数据可以是后置处理后的数据, 其目的是对工艺规划的合理性和正确性进行验证, 它也可以从数控加工代码中获取, 这时的功能是对代码进行校核. 影雕有两种控制方式, 一种为二值点图的直接控制, 另一种则是二值点图通过连续化处理转换成数控(NC) 代码的格式进行加工控制, 通过激光加工 CAD/CAM 系统处理得到的控制文件, 并通过传输模块传送给机床的数控系统.

3 系统组成

激光加工 CAD/CAM 系统采用面向对象的编程方法和特征建模技术, 通过对象并以类模块的方式进行信息的表达, 从而实现系统的集成. 根据用户的使用习惯和切割影雕的加工技术特点, 系统分成如下 5 大功能模块.

3.1 系统接口模块

系统接口包括数据接口和网络接口. 数据接口是为了使本系统能与其他通用系统可以很好地兼容, 因此系统应该具有尽可能多的数据文件接口. 本系统支持的数据文件接口有图形接口的 DXF 文件格式, 图像接口的 BMP, JEPJ, GIF, TIFF, TGA 等图像格式文件, 以及矢量文字轮廓自动提取. 网络接口是为了实现网络数控技术, 改善资源的配置, 实现与机床进行直接的通讯.

3.2 CAD 绘图模块

CAD 绘图包括描图、设计、编辑 3 个部分. 描图部分通过提供的各种图形、图案底板进行轮廓的描

绘,克服了直接由图像驱动矢量化各种缺点,可以方便地插入、删除底图,对底图进行各种操作,如实时的动态缩放、位置的调整、对比度的调整,等等。设计部分提供友好的人机互动界面、互动地进行 CAD 零件的绘制,在 CAD 系统中起着重要的作用。通过它可以设计出各种工程零件图。该类可以方便地提供各种图元的绘制,通过菜单或者图标进行驱动,可以通过鼠标进行操作,也可以通过键盘进行各种数据信息的输入,有各种特征点的捕捉功能等。

编辑部分首先可以很方便地进行点选、框选各种图形元素。鼠标拖动被选中图形元素的特征点,改变图形元素的几何参数、位置等,实现动态修改。可以对选取的图形元素进行复制、剪切、粘贴、平移、删除、镜像、旋转、缩放等操作。

3.3 图像处理模块^[4]

图像处理功能是为了对图像按要求进行调整、处理,以满足描图或者影雕半色调处理。其中灰度转换有平均值法、最大值法和权值法 3 种方式。灰度调整是在灰度转换后,对屏幕的灰度进行调整,弹出的调整对话框,可以数据输入调整灰度调整曲线,也可以鼠标拖动调整。通过对直方图的显示可以知道灰度的分布,是后面的亮度对比度调整的依据。旋转和缩放是通过对话框的形式指定旋转的角度和缩放比例。图像位数转换提供 1, 2, 4, 8 位之间的转换。删除图像应用在描图操作中,描图操作完成后应该删去背景图像;锐化增强是为了增强边缘。在描图操作时,使得描绘的图形更准确;而在影雕处理时,可以补偿在半色调处理时被模糊的边缘细节。

3.4 CAM 处理模块^[5]

根据建模后生成的产品信息及制造要求,人机交互或自动决策出加工零件所要的辅助加工线、嵌套关系、加工顺序、偏移方向、偏移量等。轨迹偏移中的刀具轨迹的偏移计算生成所需的刀具加工轨迹,并能直接输出轨迹参数信息,被 NC 自动编程系统接收、识别。NC 自动编程系统通过接受、识别系统所提供的刀位信息,并把它转换成零件的数控加工程序。

3.5 影雕处理模块

激光影雕加工的基本原理与过程是:在图像处理系统中,对原始图像文件进行编辑、预处理,再应用半色调技术生成激光影雕模式下的黑白二值图像文件。计算机控制系统读取二值图像文件、控制 X-Y 轴带动激光头作扫描移动并由黑白二值图的 0, 1 值控制激光的开或关。激光束经光学机构传输和聚焦在材料表面上,使作用点的材料迅速熔化、气化而喷射出,形成类似手工雕刻凹陷点。因此,该模块主要对图像进行各种半色调方法处理,有误差扩散法、抖动法、抖动扩散法和阈值法。误差扩散法根据滤波器的不同又分为 Stucki, Burkes, Sierrk, Jarvis, Stevenson 和 Steinberg 法。抖动扩散法依据要求进行模版大小的设置,最终得到影雕加工所需的影雕二值点图或者是图形设计中的图像底板。

4 系统运行实例

图 3 为开发出的激光 CAD/CAM 系统软件调入 DXF 文件后所生成的刀具轨迹实例。首先,对调入的 DXF 图形进行排序,然后对轨迹生成的对话框进行设置,辅助线是图形中已经包含或者是偏移后添加的,用以确定辅助线的添加方式;由加工轨迹的加工走向和偏移方向,指定它们是人机交互完成或者是系统自动判别,系统自动判别时的走向由对话框选项指定所有单元走向都是顺时针的或是逆时针,而偏移方向则遵循外轮廓向外偏移,内轮廓向内偏移;输入要偏移补偿的量等。如果加工走向和偏移方向是人机交互方式进行时,首先选取轮廓线上的一条图元,选中这一轮廓单元,按箭头提示选择加工走向,接着再按箭头提示选择偏移方向,即可完成一个轮廓单元的偏移生成。如果加工辅助线是由偏移后添加的,则可通过绘图工具和屏幕捕捉进行辅助线的添加。该刀具轨迹路径由 3 个加工单元组成,辅助线在偏移后添加,偏移的加工走向和偏移方向由系统自动判别。内层为工件轮廓,外层为刀具轨迹,封闭环之间的串接线为引刀线、退刀线、过渡线等加工辅助线。

图 4 为经过各种预处理和半色调处理生成的影雕图像。读取彩色图像,对图像进行灰度处理、灰度的调整、亮度对比度的调整和锐化增强等预处理操作,然后选择合适的半色调处理算法,生成可以进行激光影雕加工的二值影雕图像。

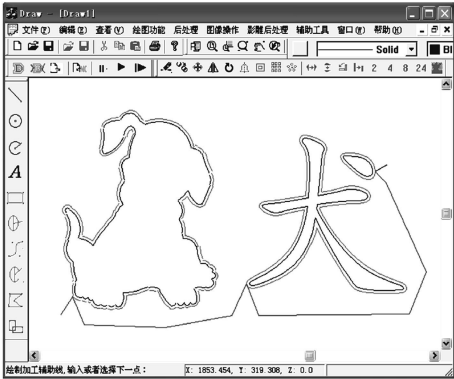


图 3 刀具轨迹生成图

Fig. 3 The generated tool path figure

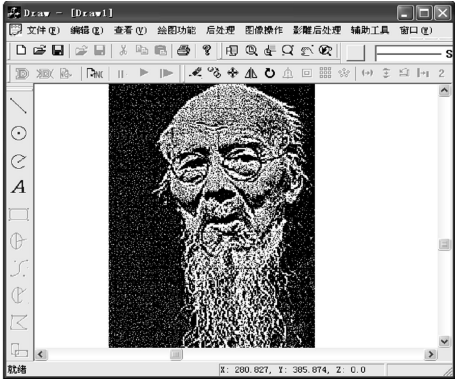


图 4 影雕图像生成效果图

Fig. 4 Effect figure generated from image engraved

5 结束语

采用面向对象的编程方法, 开发了一套具有切割和影雕图像生成两大功能的激光加工 CAD/CAM 软件系统. 该系统具有 DXF 文件导入接口、图形输入与编辑、刀具路径生成等功能, 生成的 NC 代码和影雕图像应用于自主开发的数控激光加工系统上, 可加工出满意的产品, 广泛应用于激光加工机及其他数控切割机.

参考文献:

[1] 陈建春. Visual C++ 开发 GIS 系统——开发实例剖析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
[2] 钱晓峰, 安鲁陵, 阎 伟, 等. 面向对象的 CAD/CAM 系统的研究与实践[J]. 机械科学与技术, 2001, 20(1): 138-142.
[3] 刘建群. 基于特征的钣金零件 CAD/CAM 集成系统研究与实践[D]. 武汉: 华中理工大学, 1998.
[4] 何 斌, 马天予, 王运坚, 等. 数字图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
[5] 何将三, 辛业薇. 用计算机图像处理的数控仿形加工法[J]. 制造技术与机床, 1998, (11): 25-27.

Development of CAD/ CAM System in Laser Processing

XIE Ming-hong

(College of Mechanical and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: The architecture and information flow of computer aided design (CAD) / computer aided manufacturing (CAM) system in laser processing is studied, some main function modules of which, including system interface module, CAD drawing module, image processing module, CAM processing module and image engraving processing module have been analyzed. A suit of CAD/CAM software system in laser processing is developed by object-oriented method under the environment of VC++ 6.0. The case study has indicated the functioning includes cutting, image engraving, DXF file interface, graphic input, edit and tool path generation can been implemented using the software system, and the numerical control (NC) code and engraving image generated obtained can be applied in the system of self-developed computer numerical control laser machine successfully.

Keywords: laser processing; CAD; CAM; cutting; image engraving

(责任编辑: 黄仲一)