

文章编号 :1007 - 6492( 2000 )04 - 0090 - 03

# 数控加工计算机仿真软件设计

李晶晶,侯伯杰,卢小勇

( 郑州工业大学机械与电子工程学院 河南 郑州 450002 )

摘 要 :介绍用 Visual C + + 语言在 Windows 环境下 ,开发数控加工过程计算机仿真软件的关键技术及方法 .该软件针对数控仿形数字化系统编译生成的数控程序实现计算机仿真加工 .在软件开发过程中 ,综合应用面向对象程序设计的思想体系 ,将位图技术用于实现加工过程的图形仿真 ,并将定时器和用户界面更新技术相结合 ,完成实时控制及数控信息的跟踪显示等功能 .

关键词 :数控加工 ;图形仿真 ;刀具轨迹 ;面向对象 ;程序设计

中图分类号 :TH 164 ;TP 391.9 文献标识码 :A

## 0 引言

在 CIMS 中 ,为了缩短产品的设计与开发周期 ,要求将 CAD ,CAPP 生成的刀位轨迹文件 ( CLSF )直接通过 CAM 形成数控加工中心所需的 NC 代码 .但在实际加工之前 ,往往需要进行软件木质或塑料零件模型的试切 ,以验证数控代码的正确性 .显然 ,试切过程周期长、成本高 ,严重影响了柔性制造系统性的提高 .建立数控仿真系统的一个主要目的就是数控代码进行验证 ,模拟刀具、工件几何体、加工环境及刀具路径和材料去除的过程 ,消除因程序误差而导致的机床刀具、夹具损害及零件报废等 .这样 ,可在产品加工之前得到合理、优化的加工方案 ,从而提高了生产效率 ,降低了生产成本<sup>[1]</sup> .

加工过程的建模在整个生产规划中显得尤为重要 .把计算机仿真技术引入到零件的数控加工中 ,可以形象、直观地模拟数控加工的全过程 ,是 CAD/CAPP/CAM 技术研究的重要内容 ,即数控加工仿真技术 .伴随着计算机技术与建模技术的发展 ,数控仿真技术已成为能够预测加工过程表现、产品质量及加工效率的一种有效方法<sup>[2]</sup> .

迄今为止 ,国内外已开发研制了一些数控仿真系统 ,如清华大学与华中理工大学共同开发的加工过程仿真器 HMPS 和哈尔滨工业大学的数控加工过程三维动画图形仿真器 NCMP5 ,它们较好

地解决了加工过程图形的描述及数控代码验证问题 ,但并没有对数控加工过程中任意时刻的机床和工件的实际信息进行跟踪提取 .另外 ,在现代加工生产中 ,为了提高生产效率 ,获得较高的加工精度 ,在仿真过程中获得加工参数( 如主轴转速、进给速度等 )的合理评判 ,是至关重要的 .针对国内外已有数控仿真系统的不足之处及工程实际生产的需求 ,开发了这个数控加工仿真软件 .它不但完成了加工轨迹的图形仿真功能 ,而且还实现了对数控加工过程的信息跟踪( 如已加工时间、当前加工点坐标、当前加工数控程序段、主轴状态及机床进给速度 ) ,同时可根据需要改变加工参数得到合理选择 ;另外 ,还可对其加工过程进行实时控制( 即人工干预 ) ,从而完成整个数控加工过程 .

在开发过程中 ,我们充分利用个人计算机强大的 Windows 平台 ,使用 Visual C + + 编程语言 ,编制了一套具有良好人机界面和功能丰富的数控加工过程计算机仿真软件 .该软件实现了显示器跟踪显示和功能键实时控制 ,从而确保加工过程的正确性 ,达到了以最低的费用、最高的效率来完成实际生产加工的目的 .

## 1 关键技术

### 1.1 面向对象程序设计( OOP )技术

面向对象程序设计( Object Oriented Programming )是继承和发展了结构化程序设计而产生的

收稿日期 2000 - 09 - 27 ;修订日期 2000 - 11 - 06

基金项目 河南省科技攻关项目( 988010250 )

作者简介 李晶晶( 1977 - ) ,女 ,河南省信阳市人 ,郑州工业大学硕士研究生 .

万方数据

一种新的程序设计思想,它是一种通过模仿人类建立现实世界模型的方法(包括概括、分类、抽象和归纳)进行软件开发的思想体系。

OOP 技术的关键是类和对象。类用于描述对象的群体特性,是进行抽象和封装的基石;对象(Object)是包含数据和方法的一个逻辑实体,是类(Class)的实例。OOP 技术就是设计出用户所需的类,并使用类的对象去完成各种功能。这样的设计方法要求语言必须具备抽象、封装、继承性和多态性这几个要素。Visual C++ 正具有这些要素。它把 OOP 与消息驱动结合在一起,使开发 Windows 程序成了方便可行的工作。本软件正是利用 VC++ 6.0 中已有的类和开发新类,生成了结构清晰、易于修改、灵活多样、功能丰富的仿真软件。

### 1.2 位图(Bitmap)技术

数控加工仿真软件中,对加工过程中的刀具轨迹的仿真是个关键。本软件采用 Windows 提供的位图技术,位图中的位(BIT)——位图图像单元,与加工零件的分辨率(如 mm,cm 等),或与机床加工的基本长度单位相对应。这样便能通过生成、修改、显示、动态交换和存储位图,达到加工过程图形仿真的目的。

### 1.3 定时器(Timer)和用户界面更新(Update)技术

“定时器”能够在固定的时间间隔产生 WM\_TIMER 事件,它不同于硬件时钟中断,它是用软件实现的。本软件沿袭了 VC++ 的 IDE 提供的自动生成用户界面更新代码的编程思想,并巧妙地与定时器的使用相结合,最终实现了界面控件信息显示的实时控制功能,从而使用户及时、方便地对数控加工过程进行人工干预。

## 2 仿真软件总体构想与程序窗口和控制窗口设置

本软件设计目的是使数控信息、控制按钮和加工过程仿真 3 个项目在屏幕上同时显示,并实时地进行加工过程的控制。

控制按钮项目位于屏幕的最下方,包括:正常运行、单段、跳段、回零、启/停、快速成型及系统时间显示;数控信息项目位于屏幕的最右方,包括:加工点跟踪、加工时间预计和已加工时间显示、数控加工程序段显示、主轴转速显示和机床进给速度的显示及实时修改。

当需要对数控程序进行计算机仿真时,按下“正常运行”按钮,仿真过程将在仿真窗口动态显

示。在仿真过程中,如果要对其进行控制,可根据需要选择“单段”、“跳段”、“回零”或“启/停”按钮,在进行这些操作的同时,数控信息项目中的各组显示信息将随着控制按钮的选择作相应的变化。

### 3 各仿真项目的分类实现

数控信息窗口、控制按钮窗口和加工过程仿真 3 个子项目分别通过自己的类加以实现。

#### 3.1 数控信息窗口(CNCInfoDlgBar 类)

该窗口设计的目的是实现对数控加工过程的加工点、已加工时间、机床状态及当前程序段的跟踪显示等功能。CNCInfoDlgBar 类的基类是 CDialogBar,要实现数控信息的人机对话,必须实现数据交换(Data Exchange)和数据校验(Data Validation)<sup>[3]</sup>。

对话框数据交换(DDX)可以方便地实现对话框中控件数值的初始化和获取用户的数据输入。对话框数据校验(DDV)可以对对话框中控件的数据进行校验。但是 CDialogBar 类自身不具有数据交换和数据校验功能,所以我们自己开发了基于 CDialogBar 的派生类 CInitDialogBar 来实现 DDX 和 DDV(即:CNCInfoDlgBar 的父类是 CInitDialogBar),这样,大大的简化了编程的复杂度,同时为本软件的后续开发奠定了坚实的基础。

另外,要实现数控信息的动态显示,必然涉及到定时器(Timer)的使用和用户界面的更新(Update)。MFC 提供了一种自动更新产生命令的控件状态的机制,VC++ 6.0 的集成开发环境(IDE)提供了 ClassWizard 工具来完成,但它仅仅支持菜单和工具条按钮控件。而本软件的用户界面控件是基于对话框的,所以,必须通过程序员自己加入相关的消息映射和消息处理函数。同时,定时器的使用包括:安装定时器、测试定时器和清除定时器。因而,在测试定时器时,必须针对每一种动态显示控件进行跟踪测试,获取与用户界面更新相对应的变量的数据,然后,再将这些变量传入相应的自定义用户界面更新函数中,从而完成数控信息的跟踪显示。

#### 3.2 控制按钮窗口(CPanelDlgBar 类)

控制按钮窗口类也是 CInitDialogBar 类的派生类。此窗口中的各个控制按钮的消息处理函数都将设计为视类(CSimulationView)的成员函数,这些函数将完成对加工仿真和数控信息的实时控制。例如,在已运行的加工过程中,当用户按下“暂停”

按钮时,加工过程将停止,按钮文本变为“启动”,并且数控信息的跟踪暂停在当前加工的状态(包括:当前加工点坐标、当前运行时间数和当前加工程序段等)。如果用户按下“启动”按钮时,加工过程会继续运行,从而完成后续的数控加工程序。如果用户按下“单段”按钮时,加工仿真将通过不断响应该按钮消息来实现“单段”加工功能;如果用户按下“跳段”按钮时,将出现输入跳段号对话框进行人机对话,确定后完成“跳段”加工功能。

### 3.3 加工过程仿真(CSimulationView 类)

加工过程仿真窗口是仿真中的一个重要窗口。用户通过该窗口可观察仿真加工全过程,达到检验加工过程的目的。如前所述,采用位图技术可以实现图形仿真。对于动态图像,刀具轨迹跟踪和消隐方法是技术的关键。为使软件在控制刀具运动轨迹时,既能实时地反映走刀速度,又能响应控制按钮的“启/停”按钮,使刀具运动能随时停顿,本软件编制了 SetSpeed(int iSpeed)函数作为 CSimulationView 类的成员函数<sup>[4]</sup>。当用户改变机床的进给速度时,调用该函数,加工仿真的走刀速度将作相应的变化,同时加工的总预算时间也将改变。

## 4 结束语

轨迹仿真是微机环境下进行数控加工程序检

测的重要步骤。它通过对数控代码的读取、翻译和处理,动态直观地绘制刀具加工运动轨迹,能快速、高效、经济的对数控代码进行检测,成为当今 CAD/CAM 系统不可缺少的一环。这里介绍的数控加工计算机仿真系统,已实现了与我们开发的数控仿形数字化软件的集成,并已成功地应用于中国第一拖拉机机械工程的俄罗斯 539 数控铣床的实际加工中,效果显著。另外,数控加工仿真培训越来越受到人们的重视,这是因为数控加工要求操作人员要熟悉数控编程指令、CNC 的功能及一些机床性能的了解。该数控加工仿真软件,还能够作为软机床进行数控机床加工的培训工作。

### 参考文献:

- [1] 廖效果,朱启述. 数字控制机床[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1996.
- [2] 叶波生. 计算机数控系统原理、编程与操作[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1999.
- [3] RICHARD C Leinecker. Visual C++ 5 技术内幕[M]. 陈冠民,王如亮,宋峥宁,译. 北京:机械工业出版社,1999.
- [4] NIGEL Thompson. Win 32 动画编程技术[M]. 李红娟,岚山,房厦,译. 北京:清华大学出版社,1997.

## Design of Simulation Software for CNC Manufacturing

LI Jing-jing, HOU Bo-jie, LU Xiao-yong

(College of Mechanical & Electronic Engineering Zhengzhou University of Technology Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The key techniques and methods are dealt with in relation to the simulation softwaring of CNC manufacture process in Visual C++ under Windows. Based on CNC programs which are compiled in the CNC profiling digitizing system, this software can realize the simulation for CNC manufacturing process. During the software development, it applies OOP technique, and achieves simulation for manufacturing by Bitmap technique, as well as combines Timer with Graphics Interface Update to realize some functions, including real-time controls of machining process, and relevant displays of CNC information during machining process.

**Key words:** CNC machining; graphics simulation; tool-path; object oriented; programming