

二元光学激光直写设备软件的再用技术

熊木地, 张慧敏

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要:介绍了激光直写设备(LDWD)的软件系统的组成要求与特点。由于该设备的软件系统庞大而且复杂,由于开发周期长,开发人员多,使得此软件系统的开发与维护变得异常困难。本文提出采用软件组合技术,软件生成技术以及面向对象的程序设计技术,大大缩短了软件的开发周期与维护时间,同时使得系统的功能易于扩展。

关键词:软件组合技术;软件生成技术;面向对象编程;可再用软件

中图分类号:TP391.72 文献标识码:A

1 引言

二元光学激光直写设备(简称直写设备)是制作二元光学元件的关键设备。其软件系统要求实现直写设备硬件构成单元的整体协调控制和与用户的交互,即要实现回转轴控制, X、Y、Z 轴直线运动,光刻头聚焦伺服控制,声光调制器和大量的开关量控制。在实现上述控制之前,还需要对所刻划的图形文件按照刻划方式等要求进行处理,以产生控制过程中需要的控制命令序列。由于 X、Y、Z 三个进给轴分辨率高达 $0.01\mu\text{m}$,采用了二级定位方式,第一级为电机粗定位,第二级为压电陶瓷精密定位,这使得系统中的驱动装置高达 8 个,系统中还使用了 DMC1040 运动控制器。调焦伺服子系统为独立的闭环控制系统,且与主控程序之间可实时通讯。同时用户要求系统有 G 代码编程接口,主控软件在 Windows 98 操作系统下开发,编程语言为 C++、汇编语言、DMC1040 微代码与单片机汇编语言。整个软件系统的编程语言达四种,软件系统的流程图如图 1 所示。

由于此设备的开发周期较长,软件开发人员变更频繁,这使得软件的开发者常常要做许多的重复性的工作。同时,当刻划的元件改变时,几乎要用同样多的时间重新开发设备的运动控制软件。这使直写设备的软件开发效率很低且不易维护。

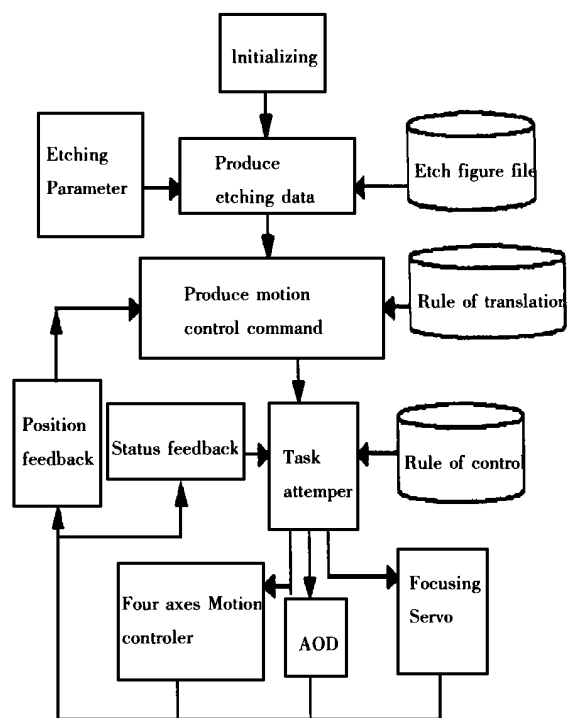


Fig. 1 Diagram of LDWD software system

2 软件的可再用性与可再用软件

广义地讲软件的可再用可分为三个层次,即:知识的再用,方法和标准的再用,软件成份的再用。通常所说的软件再用指的是软件成份的再用,利用可再用的软件成份来开发软件的技术称为软件再用技术。目前主要有三种软件再用技术:

(1) 软件组合技术。按照一定的规则把可再用的软件成份组合在一起, 构成软件系统和新的可再用的软件的成份, 可再用的软件成份在整个的组合过程中保持不变。

(2) 软件的生成技术。根据形式化的软件功能描述和一定的生成机理, 在已有的可再用的软件成份基础上, 生成功能相似的软件成份和软件系统。

(3) 面向对象的程序设计技术。面向对象的设计方法与传统的面向数据/过程的方法有本质的不同, 这种方法的基本原理是: 对问题领域进行自然地分解, 按照人们习惯的思维方式建立该领域的模型, 设计出尽可能直接自然的表现为问题求解的软件。这样的软件系统由对象组成, 对象是能完整的反映现实问题本质的实体。数据抽象和信息隐藏等机理使对象的内部实现与外界隔离, 构成比较理想的可再用软件成份。

可再用软件不仅包括可再用的软件成份, 而且整个软件系统都具有可再用性。可再用的软件的特点如下:

- (1) 模块化的结构。
- (2) 不依赖于具体的运行环境。在系统中把依赖于具体运行环境的部分集中在少数几个模块内, 一旦环境发生变化用其他模块加以替换。
- (3) 统一的数据界面。

直写设备的软件系统包括若干分系统, 各分系统都包含可再用成份, 其中数据交换分系统为可再用软件。

3 直写设备软件再用的实现

直写设备的软件设计采用了结构化与模块化的设计方法, 对软件需求进行由上至下逐步求精的分析, 得出软件系统的总体结构。此软件系统主要由以下几个模块构成, 分别是初始化模块、数据交换模块、总控模块、显示与纪录模块、错误处理模块、数据输出模块和虚拟设备驱动程序模块。其中最主要的是数据交换模块和总控模块。数据交换模块实际上相当于控制过程的预处理, 而考虑到控制系统的初始化过程, 专门建立了一个初始化模块。虚拟设备驱动程序模块化使得在开发的过程中硬件环境改变时, 使用相应的驱动程序模块即可。软件系统的许多模块又由一些小的模块组成, 从而构成了设备的软件系统。

在激光直写设备中, 计算机总控程序的编制

是至关重要的, 为了便于模块化设计, 选用了 Visual C++ 程序开发工具。C++ 是目前真正的最为实用的面向对象的编程语言, 而 Visual C++ 则是最为流行的可视化的开发环境, 在开发的过程中所见即所得, 使得程序的开发复杂程度大为降低, 且人机界面更加友好。在编制程序时使用了组合再用机制, 其主要操作如下:

(1) 创建总控模块的各种基类, 通过类定义相似对象的行为。基类包括 CAOD(光功率调制类)、CcontrolFile(控制数据文件类)、CMotionCtrl(运动控制类)、CInterpolation(插补类)、CPositionCheck(位置检测类)、CSpindleSpeed(主轴调节类)等类。

(2) 根据已知类创建新类和派生子类。通过给已知类(父类)添加一些新的属性构成新类(子类)。子类继承了父类的方法, 通过函数重载来修改或删除父类的方法。每个基类都可创建若干子类, 子类的方法更能靠近被控的实际对象。

(3) 把创建的类进行可视化封装, 生成 OCX 控件(OLE 控件), 即可视化的编程模块。每一个 OCX 控件相当于一个可视软件芯片。

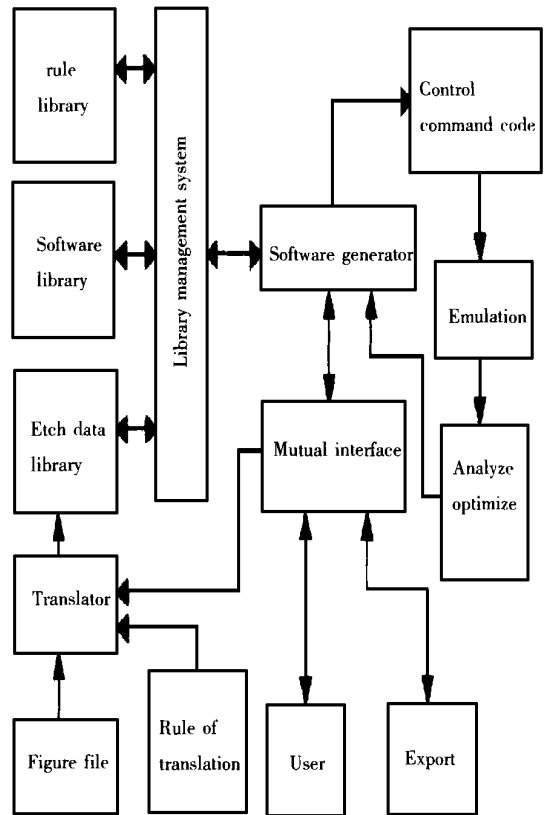


Fig. 2 Control command code generate system
数据交换模块是直写设备控制系统的预处理

部分, 它的功能是完成由图形数据到光刻头的物理位置(即 X、Y、Z 三进给轴的位置)的转换, 同时生成光刻头每次移动时的光路开关的控制序列。图形数据的来源可以是 AutoCAD 等工具软件生成的。由于刻划的图形千差万别, 若由程序员编制数据交换模块, 则效率很低, 设备的使用极为不便。为此, 我们开发了一个软件生成子系统, 它能刻划图形和设定的参数自动生成三进给轴运动控制与光路调制的软件代码。此软件生成子系统的框图如图 2:

该系统利用了设备控制命令代码的可组合特征, 同时使用了专家系统模式, 这就使得控制命令代码的产生在专家知识的指导下进行。图中知识库描述了软件库的结构以及由专家提供的组合规则。软件系统中的模块都采用总控模块的编程方

参考文献:

- [1] 张海藩. 软件工程导论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.
- [2] 王立福, 等. 软件工程- 技术与环境[M]. 北京: 北京大学出版社, 1997.
- [3] 邵维忠, 等. 面向对象的设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 1994.

Software growth technology in LDWD

XIONG Mu-di, ZHANG Hui-min

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China)

Abstract: The component and characteristic of the software system of LDWD are introduced. Because the software is complex, development period is long, and programmer is exchanged, the programming and maintenance of the software system are very hard. The combination technology, creation technology and OOP technology are used. The development period is shorten and maintenance is simple.

Key words: software combination; software creation; OOP; reproducible software

作者简介: 熊木地(1970-), 男, 四川南江县人。中国科学院长春光机所博士研究生。主要研究方向为智能控制, 精密测控技术, 光刻技术以及计算机应用技术。

法。即对每一个模块都定义若干类, 并封装成 OCX 控件, 以便于软件组合。

4 结 论

在一些复杂的且易变更的软件开发过程中, 开发周期较长, 软件开发人员变更频繁, 这使得软件的开发常常要做许多的重复性的工作, 则使得软件开发效率很低且不易维护。在直写设备的软件系统的研制过程中, 使用软件组合与生成机制使得软件的开发效率大为增加, 程序员之间的交流变得容易, 同时软件代码也得到了充分的优化。综上所述, 软件再用技术的使用与可再用软件的开发是提高软件开发效率的有效途径。