

机械零件参数化特征造型技术研究及应用

李世国

(无锡轻工大学机械工程学院, 江苏无锡 214036)

摘 要: 论述了在 MDT 环境的特征造型和开发技术, 阐明了用 MFC、ARX 及 MCAD API 实现机械零件参数化特征造型的程序设计方法和关键技术, 并给出了应用实例。

关键词: MDT; 特征造型; 参数化程序设计

中图分类号: TP391.72

文献标识码: A

A Study and Its Application of Mechanical Part Parametric Feature Modeling Technology

LI Shi-guo

(School of Mechanical Engineering, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036)

Abstract: The feature modeling and development on the basis of mechanical desktop environment were described. The key technique and method of mechanical part parametric feature modeling programming for using MFC, ARX (AutoCAD Runtime Extension) and MCAD API (AutoCAD Mechanical Application Programming Interface) were elucidated. An example was given out in the paper.

Key words: mechanical desktop; feature modeling; parametric programming

随着计算机硬件和 CAD 技术的发展, 机械产品的设计正逐步从二维绘图到三维造型转变。传统的二维设计方法是用二维视图来表达设计意图, 无法建立产品的三维模型和反映产品的真实几何形状, 也不能直接进行产品的物性分析。毫无疑问, 采用三维设计技术不仅能直观地进行产品设计, 而且更有利于在设计过程中设计师创造性思维的发挥。

三维 CAD 系统是实现产品三维设计的基础, 从高端的 I-DEAS、PRO/E、UGII 到普及型的 Solid Works、Solid Edge 和 MDT (Mechanical Desktop) 等商品化软件, 为企业提供了不同层次和满足不同需求的选择余地。据有关资料介绍, 我国约有 1000 万左右的中小型企业, 占企业总数的 99%, 其产值

占国民生产总值的 70%。提高中小企业的产品开发能力和对市场的快速响应能力, 采用三维 CAD 技术是势在必行的。MDT 作为普及型的三维 CAD 软件, 具有全参数化的零部件特征造型、三维装配和基于三维生成工程图等功能, 基本能够满足机械产品设计的需要。因而研究基于 MDT 环境下的参数化特征造型技术, 具有十分现实和广泛的意义。

1 基于特征的参数化造型技术

1.1 基于特征的产品零部件设计

机械产品是由众多的零部件组装而成, 零件是其中的基本单元。而零件是由具有不同形状的几何

收稿日期: 2000-06-15; 修订日期: 2000-09-15.

基金项目: 国家重点科技项目子专题资助课题(96-A01-02-13-07)

作者简介: 李世国(1956-), 男, 四川资中人, 工学学士, 副教授。

形体构成, 这些构成零件的基本元素在三维 CAD 系统中称为特征. 根据零件模型的构成方式可简单地将特征分为基础特征和附加特征两大类: 基础特征是构成零件的基本部件, 相当于制造过程中的毛坯; 附加特征相当于制造过程去除的部分(如凹槽、孔、倒角等)或堆积的部分(如筋板、凸台等). 在零件的造型过程中, 设计者运用特征来构建模型和表达设计意图.

1.2 MDT 的特征造型方法

在 MDT 环境, 完全采用特征的概念来构造一个实体模型. 在正式设计前, 设计者对所要设计的零件对象必须“胸中有数”, 确定其基础特征和附加特征. 其设计过程的实质是在基础特征的基体上用去除和添加附加特征的方法形成零件模型: 首先在草图平面上绘制二维草图, 并定义草图截面轮廓; 然后对草图添加约束以定义图形的几何形状和相对位置; 再通过拉伸、旋转和扫掠等形式生成基础特征; 最后添加打孔、倒角、抽壳、放样和曲面切割等附加特征完成零件造型.

零件的特征造型过程用特征树的形式来记录和表示. 通过特征树可以浏览特征造型的顺序和组成零件的相关特征信息. 通过造型过程的回溯还可以显示或更改设计顺序, 修改设计参数.

1.3 特征造型的参数化

MDT 的特征造型采用全参数化技术, 设计者可在特征树中修改有关数据实现模型的尺寸驱动或通过建立的一组设计变量来控制模型的几何尺寸及约束关系. 后者有两种形式可实现零件模型的参数化: 一是直接建立设计变量, 二是用表格方式建立设计变量. 这两种方式均可用已定义的变量来确定基础特征和附加特征的几何尺寸和约束关系.

2 MDT 环境的机械零件参数化程序设计技术

用设计变量来实现机械零件参数化设计仅仅是解决了零件模型的尺寸驱动问题, 但仍局限于参数化绘图. 要真正实现机械产品的参数化设计还必须将设计计算、分析与三维模型的生成有机的结合起来.

2.1 实现原理

本研究提出了一种设计参数与图形生成互相独立的参数化设计方法. 这与 AutoCAD 环境下的参数绘图程序有本质的差别: 后者一般包括设计计算确定的设计参数和由程序生成图形两大部分; 前者主要是确定设计参数和用设计参数更新零件模

型. 这是一种先进、灵活、快捷和实用的程序设计方法, 其实现原理为:

1) 直接在 MDT 环境建立模型所需的全部设计变量(定义为全局变量), 确定其基本变量和可由其它变量间接表示的中间变量. 其中, 基本变量用常数表示, 中间变量用表达式表示.

2) 在 MDT 环境用特征造型方法构建零件模型. 其草图截面的约束必须完全, 基础特征和附加特征的几何尺寸和位置关系随设计变量发生变化的部分用设计变量表示.

3) 设计参数化设计程序. 根据已构建的零件模型获取设计变量, 根据设计计算所确定的设计参数修改零件模型的设计变量并更新模型.

2.2 用 Visual LISP 应用程序实现机械零件的参数化设计

1) 获取模型的设计变量

首先在程序中设置 MDT 系统变量“CMDDIA”和“FILEDIA”的值为 0, 用(command “amvars” “G” “X” <数据文件名>)的形式可生成由全局设计变量组成的数据文件. 然后, 可从数据文件中获取模型的设计变量.

2) 用设计计算确定的设计参数修改设计变量

用新的设计参数按零件模型的设计变量数据文件的格式覆盖原文件, 并用(command “amvars” “G” “I” <数据文件名>)形式输入设计变量, 或者用 Command 函数直接调用“amvars”命令进行修改.

在此基础上将设计计算与分析模块及 DCL 对话框设计语言结合起来可十分方便地实现机械零件的参数化设计.

2.3 用 Object ARX 应用程序实现参数化设计

与 Visual LISP 程序相比, 在 Object ARX 开发环境设计 ARX 应用程序要复杂得多. 但是, 在 Object ARX 开发环境的支持下可以设计功能强大的应用程序, 且可以充分利用 MFC(Microsoft Foundation Class)提供的 C++ 程序重要的软件资源.

2.3.1 开发环境简介

设计在 MDT 环境运行的 ARX 应用程序的主要支持环境和开发工具为^[1]:

1) 采用 Visual C++ 为程序设计语言, 在 VC 的集成环境设计、编译和生成以动态链接库形式表示的 ARX 应用程序. 对于在 MDT3.0 环境运行的 ARX 应用程序, 可采用 Visual C++ 4.2 以上的版本; 对于在 MDT4.0 环境运行的 ARX 应用程序, 须采用 Visual C++ 6 版本.

2) ARX SDK2.02(MDT3.0)或 ARX SDK2.0

(MDT4.0)所提供的库函数和头文件的支持。

3) MDT 提供的 API 编程接口的支持,称为 MCAD API(AutoCAD Mechanical Application Programming Interface)。MCAD 为开发者提供了参数化特征编辑和高层次建模技术,具有通过对象关键字(Object Keys)引用机制实现与 ARX 类的交互作用。在 MDT 系统盘的 SDK 子目录下主要有两个重要的子目录: \Mcadapi 和 OBJECTARX。前者主要包含 \Lib 和 Inc 两个重要下级目录,提供所需的头文件和名为 Mcadapi.lib 函数库文件;后者的下级目录提供 ARX SDK 所需的头文件和函数库文件。

2.3.2 获取设计变量的程序算法

在 ARX 应用程序中,由于要用到 MFC 技术,因而不能在程序中通过调用 ads _command()函数的形式来直接调用 MDT 的有关命令,而必须利用 MCAD API 提供的接口函数来访问设计变量。

首先,调用 amiGetGlobalParams (numParams, pKeys)函数获得当前零件模型中的全部全局变量。其中参数 numParams 表示全局变量的个数, pKeys 为指向全局变量关键字数组的指针。通过获得的关键字指针可以访问设计变量的有关属性,如用 amiGetParamName ()、amiGetParamExpress ()、amiGetParamValue ()和 amiGetParamComment ()函数可分别检索出设计变量名、表达式、变量值和注释。

其次,将获得的设计变量存入有名对象字典中^[2]。其目的是为了在 ARX 应用程序中对设计变量的属性进行编辑。其实现方法为:创建关键字对象,将该对象写入有名对象字典中,并以变量名作为该关键字对象的标识。

2.3.3 设置设计变量属性值的程序算法

根据变量名可从有名对象字典中获得指向该关键字对象的指针,如 pObjectKey;用“pParamKey = AmiParamKey::cast (pObjectKey);”形式获得指向“AmiParamKey”类(设计变量类)的指针,然后调用 amiSetParamExpress ()、amiSetParamValue ()和 amiSetParamComment ()函数可分别设置设计变量的表达式、变量值和变量的注释。

2.3.4 模型的更新操作

当设计变量的值或表达式被更改后,当前模型并不发生相应改变。通常可采用下述方法对修改设计参数后的模型进行更新:

一是用人机交互的形式执行“amupdate”命令,二是在 ARX 应用程序中用 MCAD API 的相关函数自动更新。后者的程序算法为:先用 amiGetAc-

tivePart()函数可获得当前激活零件的关键字指针,再以该关键字指针为参数调用 amiRegenPart()函数完成模型的更新操作。亦可创建当前激活零件的关键字对象,设置标识名,并加入有名对象字典中,然后在需要时按标识名从有名对象字典获得指向零件关键字的指针,再进行相应的操作。

同样,在此基础上将设计计算与分析模块及 MFC 结合起来可十分方便地实现机械零件的参数化设计。

3 应用实例

以CB型防火门锁的方锁舌特征造型设计为例说明参数化程序设计的具体应用。

首先,根据方锁舌零件的设计参数定义一组全局设计变量,用数值或表达式确定各参数的值;然后根据零件的几何形状确定其基础特征和附加特征,并完成零件模型的特征造型设计。造型特征树见图1所示,零件模型如图2上部左边的着色图所示。



图 1 造型特征树

Fig. 1 Modelling feature tree

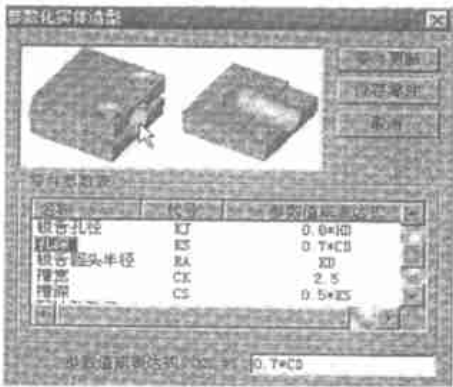


图 2 参数化设计对话框

Fig. 2 Dialogue box of parametric design

参数化设计程序的界面利用 MFC 完成,其中的列表控件用来表示零件设计变量清单。其程序设

计思路为:利用 MCAD API 的 `amiGetGlobalParams()` 函数从当前图形数据库中获得全部设计变量及属性,并在列表中显示(如图 2 所示).当用鼠标从列表控件的名称栏中选择某一项时,在对话框的下部显示相应的代号和表达式,并可以对参数值或表达式进行编辑.同时在上部的图中用箭头表示该零件参数约束的位置,其指向随着鼠标在列表中选取的位置变化而异.这里箭头位置的变化可通过位图的切换来实现,并可以采用醒目的颜色.用这种方法来表示在零件模型图中与零件参数相对应的位置比用尺寸标注的形式来表示要清晰得多,因为后者在参数较多、图形较小时要表示得十分清楚是极为困难的.

为了简单起见,图 2 所示的对话框仅示意性的列出了少数几个控件,在实际应用中可根据需要增加 MFC 所提供的各类控件和组件.这是使用 AutoCAD 的 DCL 语言无法比拟的.

参考文献

- [1] 窦忠强. MDT3.0(中文版)应用与开发教程[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2000, 264~284.
- [2] 李世国. AutoCAD 高级开发技术 ARX 编程及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 1999.

4 结 语

采用三维设计取代传统的二维设计是现代设计技术发展的必然趋势,而实现机械产品的三维设计离不开三维 CAD 系统的支持.但是,任何一个三维 CAD 系统不可能完全满足工程实际的需要.因而,研究基于三维 CAD 系统的参数化设计程序技术具有广泛的工程意义.用面向对象的开发技术 Visual C++ 与 ObjectARX 和 MCAD API 的结合开发 MDT 环境下的参数化特征造型程序,其最大特点是:零部件的造型不需要用编程的方法来完成;参数化设计程序的主要功能仅仅是自动从模型中检索出设计变量和相应的属性及根据用户输入的新参数对原来的模型更新.主要的程序代码并不涉及到具体的某一零部件模型,因而具有很好的重用性和较高的程序设计效率.

(责任编辑:李春丽)