

面向对象的参数化CAD二次开发方法研究

李咏红, 杜平安

(电子科技大学机械电子工程学院 成都 610054)

【摘要】通用CAD系统采用开放式结构体系, 提供相应的二次开发手段和方法。研究了面向对象的参数化二次开发技术及方法, 以为CAD的二次开发提供指导, 并以Pro/Engineer为软件平台, 利用其二次开发工具Pro/Toolkit, 实现了面向对象技术在参数化设计二次开发中的应用。

关键词 面向对象; 参数化技术; 二次开发; 工具包

中图分类号 TP391.72 文献标识码 A

Study of the Object-Oriented Method of Further Development of Parameterized CAD

Li Yonghong, Du Ping'an

(School of Electromechanical Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract The general CAD adopts opening frame system and provides corresponding means and methods of the further development. This article studies the object-oriented method and technology of the further development, expecting offer direction of further development methods. An example is illustrated the application of object-oriented technique to the further development of parametric design by means of Pro/Toolkit (developer kit of Pro/E).

Key words object oriented; parameterized technology; further development; toolkit

目前世界上已有很多著名的通用计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)软件, 如Pro/Engineer、I-DEAS、AutoCAD、Solidworks等。这些软件为用户提供具有共性的方法和技术, 能够满足用户绝大部分的功能需要。

然而, 对于特定企业的特殊产品设计, 用户常常需要对CAD系统提出一些特殊的功能要求, 如专用图库、专用计算程序等, 以最大限度地提高设计效率和质量。为此, 需要对通用CAD系统进行用户定制, 即在通用CAD系统的基础上开发附加的专用功能, 该过程称为CAD系统的二次开发。

1 面向对象的二次开发方法

早期的二次开发, 过程化的参数化设计是采用较多的一种方法。随着计算机技术的飞速发展, 特别是软件技术的发展, 面向对象的软件设计方法成为主导, 该方法更能高效率反映客观事物的内在特性和内在联系, 符合工程设计方法学^[1]。面向对象方法的核心思想是将一切客观实体都看成对象, 每个对象由数据(描述事物的属性)和作用于数据的操作(体现事物的行为)构成一独立的整体, 每个对象都属于某个对象“类”^[2]。对象之间通过消息传递相互作用, 而操作细节则封装在相应的对象里。继承性、封装性和多态性是对象的基本特征^[3]。

收稿日期: 2004-02-19

作者简介: 李咏红(1970-), 女, 硕士, 主要从事CAD/CAE/CAM方面的研究。

面向对象的二次开发,就是将面向对象技术应用于待开发的CAD,从问题空间出发,以对象作为基本概念,通过对象的确定、分解和分类,建立能用来进行面向对象系统分析的对象关系图。通过数据结构抽象和行为抽象,描述系统的属性,得到由对象构成的层次结构,形成对问题领域完整的语义描述,完成CAD系统模型设计,利用一种面向对象程序设计语言(如C++)将建立的模型转换成计算机可接受形式,完成程序编制,实现二次开发。

目前,在CAD系统的开放式结构中,面向对象技术是API的主要形式。即系统的功能、数据和界面以对象的形式暴露给用户,由于目前已有大量的面向对象的编程工具,利用这些工具开发的应用程序,可以通过对象的属性和操作访问及控制系统。如图1所示。

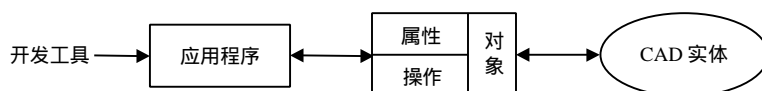


图1 CAD开发原理

2 参数化CAD

实现参数化绘图是CAD软件开发过程中的主要任务之一。所谓参数化绘图是指用一组参数来定义几何图形的尺寸数值,并构造尺寸关系,然后提供给设计师进行几何造型的一种方法。其主要思想是要用几何约束、数学方程与关系来说明产品模型的形状特征,从而设计出一批在形状或功能上具有相似性的方案。参数化实体造型的关键是几何约束关系的提取、表达、求解及参数化模型的构造^[4]。

参数化设计的主要技术特点有以下4种:1) 约束:用一些法则或限制条件来规定构成物体的各元素之间的关系。一般分为尺寸约束和几何拓扑约束。尺寸约束一般指对大小、角度、直(半)径、坐标位置等可测量的数值量进行限制。几何拓扑约束指平行、垂直、共线、相切等非数据几何关系的限制;2) 尺寸驱动:指在约束的条件下修改某一尺寸参数时,系统自动检索出该尺寸参数对应的数据结构,并找出相应的方程组计算出参数,最终驱动几何图形形状的修改;3) 数据相关:指对尺寸参数的修改将导致其他相关模块中的相关尺寸得以全盘更新。其优点在于:用尺寸的形状控制了几何形状。它彻底克服了自由建模的无约束状态。4) 基于特征的设计:指将某些具代表性的平面几何形状定义为特征,并将其尺寸存为可调参数,用来形成实体,并以此为基础进行复杂的几何形体构造。

从基于约束的参数化技术的实施机理来看,目前参数化的基本方法有两大类:一是通过CAD交互环境直接创建参数化实体模型;二是编程参数化,这种方法适合于结构较稳定,仅尺寸数值发生变化或仅有局部结构变化的场合,常见于在通用商品CAD软件上进行二次开发。

3 应用实例

将前面叙述的技术和方法,以Pro/Engineer(简称Pro/E)为CAD平台,利用其开发工具Pro/Toolkit开发标准件的参数化设计系统。

3.1 Pro/Toolkit特点

Pro/Toolkit是PTC为Pro/E提供的用户化工具箱,它采用面向对象技术的编程风格。Pro/Toolkit中的对象包括任何在Pro/E中可以操作的对象,如装配体、零件、曲面、尺寸、坐标系、按钮等,每个对象都有预定义完整且自我包含的C结构,对象命名为“Pro+对象名”。

3.2 系统的总框架

将各种标准件或专用件用Pro/E交互方式创建其三维基本模型,建立相应的设计参数和约束关系,并保存到零部件基本数据库作为基准零部件模型;然后由Pro/Toolkit程序检索基准零部件模型的设计参数供用户编辑修改,最后按照新的设计参数更新,设计出新模型。

3.3 零件对象模型

基于面向对象技术思想,结合机械产品设计需要,建立零件模型如图2所示。以螺栓为例,其类示意图如图3所示。

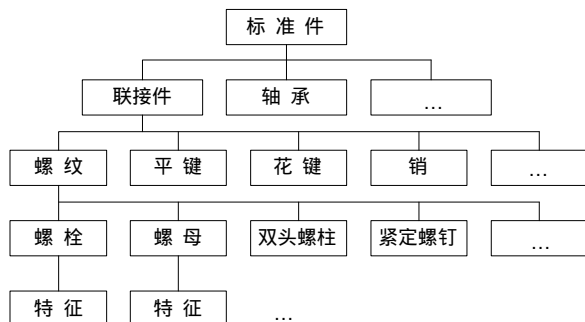


图2 零件分类关系图

类名	螺栓类
属性	公称直径、螺距、螺栓总长, 螺纹长度、线数等
操作	获取参数: ModelParamGet() 更新参数: ModelParamUpdate() 更新模型: ModelUpdate_Action()

图3 螺栓类示意图

3.4 零件参数化模型建立

Pro/E属于特征全约束的参数化建模, 交互式建模时除应考虑零件特征的全约束外(即系统内部参数), 必须正确设置控制三维模型的自定义参数, 以及建立系统内部参数和自定义参数之间的关联关系, 自定义参数通过Pro/Toolkit程序控制内部参数, 实现零件的参数化设计。以螺栓为例, 其参数化模型如图4所示。

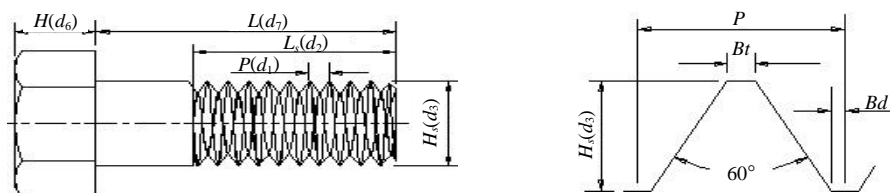


图4 标准件的参数化

在建立基准模型时, Pro/E系统内部以 d_0, d_1, d_2, \dots 等默认符号给这些内部参数命名的, 用于控制模型形状。螺纹特征的用户自定义参数主要有公称直径 MD , 螺距 P , 螺纹长度 L_s , 螺纹剖面形状。其剖面参数关系式和螺纹特征参数关联式是:

$$B_t = \frac{P}{8}; B_d = \frac{P}{8}; H_s = \frac{5}{8} \times \frac{\sqrt{3}P}{2}。$$

螺纹特征参数关联式是: $d_0=MD; d_1=P; d_2=L_s; d_3=H_s。$

3.5 实现代码

利用Pro/Toolkit函数获取用户修改后的参数值、然后更新模型参数, 实现变参数设计, 关键代码如下:

```
void ModelUpdate_Action(char *dialog_name,char *component_name,ProAppData data)
{
    ProModelitem modelitem;
    bool flags;
    ProWindowMdlGet(window_ID,&model);
    ProMdlToModelitem(model, &modelitem);
    ModelParamGet(param_name_array,cur_value_struct,&modelitem);//获取模型参数
    int n=sizeof(NutComponentsName)/sizeof(char *);
    for(int i=0;i<n;i++) //参数更新
    flags=ModelParamUpdate(dialog_name,NutComponentsName[i],NutParamsName[i],&modelitem);
    if(!flags) return; //模型再生
    ProSolidRegenerate ((ProSolid)model,PRO_B_TRUE);
    ProWindowRepaint(PRO_VALUE_UNUSED); //重绘窗口
}
```

4 结 论

本文研究了面向对象技术在CAD二次开发中的应用, 结合Pro/Engineer工具包Pro/Toolkit, 建立了零件二次开发的参数化模型, 研究了实现参数化设计的关键技术, 开发了相应的软件系统, 并应用于实际零件的设计, 极大的提高了设计工作效率, 取得较好效果。

(下转第610页)

显然式(3)满足条件1), 2), $F(t, t_0) = e^{-a(t-t_0)}$, 对 $t_0 \geq 1$, 及任意 $s < \max\{a, a\}$ (4)

$$\int_{t_0}^t \exp\left\{\int_u^t -avdv\right\} (|b-ah|)ue^{s(t-u)} du + \int_{t_0}^t \exp\left\{-(a-s)\int_u^t vdv\right\} (|b-ah|)udu = \frac{(|b-ah|)}{a-s}$$

$$\int_{t_0}^t \exp\left\{\int_u^t -awdw\right\} |c|u \int_{-\infty}^u e^{-a(u-v)} e^{s(t-v)} dvdu = \frac{|c|}{(a-s)(a-s)}$$

根据式(4), 存在 $s > 0$, 使得

$$\frac{|b-ah|}{a-s} + \frac{|c|}{(a-s)(a-s)} < 1, \quad \frac{|b-ah|}{a} + \frac{|c|}{aa} < 1$$

即式(3)成立。根据定理1, 式(3)的零解是全局指数稳定的。

参 考 文 献

- [1] Xu Daoyi. Integro-differential equations and delay integral inequalities[J]. I \hat{o} hoku Math. J. 1992, 44: 365-378
- [2] 徐道义, 中立型泛函微分系统的稳定性[J]. 数学学报, 1992, 35(5): 632-641
- [3] Harris C J, Miles J F. Stability of linear systems: some aspects of kinematic similarity[M]. London: Academic Press, 1980
- [4] Guo Shangjiang. Huang Lihong. Stability analysis of delayed Hopfield neural network[J]. PHYSICAL Review F, 2003, 67: 061902-1-061902-7
- [5] Burton T A, Stability and Periodic Solutions of Ordinary and Functional Equations[M]. New York: Academic Press, 1985
- [6] Hara T, Yoneyama T, Iroh T. Asymptotic stability criteria for nonlinear Volterra integro-differential equations[J]. Ekvac. 1990, 33: 39-57

编辑 刘文珍

(上接第596页)

参 考 文 献

- [1] U.S. Precision Lens Inc. Projection television past future[R]. 2001
- [2] 成建波, 林祖伦. 一种阴极射线管及其制造方法[P]. ZL951132, 1998
- [3] Cheng J B, Wang Q H. Display Devices and Systems[J]. SPIE, 1996, 2892:36-38
- [4] 成建波, 陈文彬. 投影管用荧光粉的问题及进展[J]. 真空科学与技术学报, 2000, 20(2):92-95
- [5] 肖士璋, 冉启钧. 电子光学应用[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1995. 10-65
- [6] Melcher R L. Projection television[A]. Euro display Workshop, 2000

编辑 漆蓉

(上接第599页)

参 考 文 献

- [1] 鹿士杰, 袁泽虎, 王 娟. 面向对象的技术在CAD二次开发中应用[J]. 湖北工学院学报, 2002, 17(2): 38-39
- [2] 陈 良. 面向对象技术在机械CAD中的初探[EB/OL]. <http://www.e-works.net.com.cn/index.htm>, 2001-02-02
- [3] 姜德森. 面向对象方法[J]. 泉州师范学院学报(自然科学), 2003, 21(3): 14-19
- [4] 彭 韧. 计算机辅助工业设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001
- [5] Parametric Technology Corporation. Pro/engineer wildfire Pro/toolkit user's guide[Z]. USA: PTC公司, 2003

编辑 孙晓丹