

文章编号:1000-582X(2005)05-0072-04

计算机辅助设计参数化技术的应用*

周跃生¹,刘黔渝²,龚七一¹,陈熙¹,鲁善曦²

(重庆大学1.材料科学与工程学院;2.城市学院,重庆400030)

摘要:工程设计中存在着大量相似拓扑关系的图形,仅仅依靠简单的交互式计算机辅助设计手段很难快速、准确地完成这些图形的绘制。而参数化技术手段,可通过编制简单计算机程序的方式解决这方面的问题。为此,从提出计算机辅助设计参数化技术的概念着手,以简要的文字和图例对该技术的基本原理进行分析,展现出参数化技术在计算机辅助设计领域新的一面,同时以室内设计为例,结合简单的计算机程序,对这一技术在工程中的具体应用作出详细说明。

关键词:设计;参数;CAD;AutoLISP

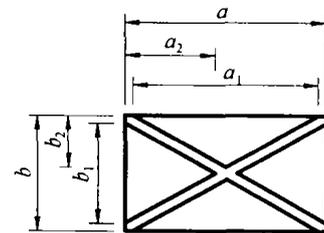
中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

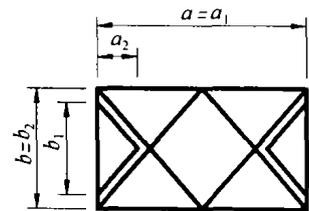
广大工程技术人员在使用CAD从事设计工作时大都喜欢采用交互式设计手段,也就是将一个完整的图形分解为基本图形元素后,通过用户界面这一人与计算机之间传递、交换信息的媒介和对话接口^[1],以问答的方式迅速而直观地获得图形结果,具有上手容易、操作方便的特点。但由于设计过程的不确定性,经常需要对每一个图形的形状和大小比例进行反复地调试,这对于具有相对独立关系的图形元素来说,调试的过程非常困难,往往演变成为一个重新绘图的过程,耗费大量的时间和精力。

以室内装饰为例,为达到更好的视觉效果,设计者往往需要在造型上花费大量的精力,如图1所示的3种不同墙面造型,在构思好大体形状后就必须逐笔地在计算机上进行描绘,待3种图形全部绘制完成后,才可能通过比较来决定是否选用,如果需要比较更多的图案,则势必增加更多的绘图量。

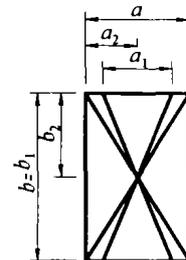
通过观察不难发现这些图形实际上都具有很大程度的相似性,均由 a 、 a_1 、 a_2 、 b 、 b_1 、 b_2 6个参数所控制的一个矩形外框和其中的三角形组合而成(a 、 b 控制矩形宽与高的尺寸, a_1 、 b_1 控制三角形底边长, a_2 、 b_2 控制三角形高度),由此可以想到,能否在把握图形特征的基础上,通过对有关图形参数的控制,让计算机按照



(a) 三角形各自独立



(b) 三角形部分交叉



(c) 三角形顶点相交

图1 三角形高度与矩形边长参数变化对图形形状的影响

* 收稿日期:2004-12-06

作者简介:周跃生(1958-),男,重庆人,重庆大学副教授,主要从事建筑装饰设计、计算机辅助设计及计算机图形图像处理教学与研究工作。

一定的规律自动地绘制出多种图形,以提高设计效率。为此现代 CAD 系统增加了参数化和变量化设计模块使得产品的设计图可以随着某些结构尺寸的修改而自动修改图形——即参数化设计技术^[2]。

1 参数化设计原理与设计步骤

从图形学的角度,可将图形的描述分为图形的拓扑关系、图形的几何参数以及图形的结构参数 3 部分^[3]。

1) 图形拓扑关系:反映整体图形的各部分所存在的相互联系。图形对象间良好的拓扑关系,不但能够真实、清晰地反映出图形在平面或空间上的组成规律,还利于有效地组织图形数据,对于图 1 中三角形部分交叉图例来说,又可根据图形的构成形式,表现为图 2 所示的 3 种不同拓扑关系。

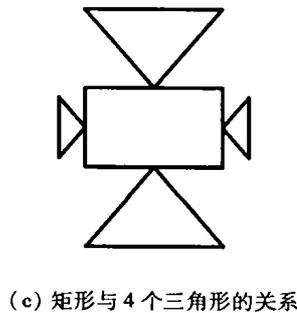
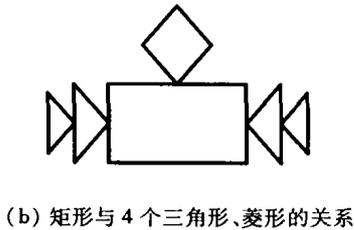
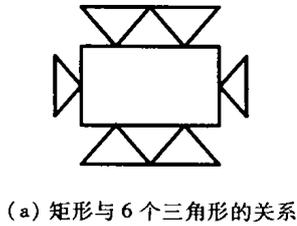


图 2 相同图形的不同拓扑关系

2) 图形几何参数:这是计算机描述图形几何特征的重要参数,比如在图 3 中,三角形各顶点坐标 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 即为该图形的几何参数。

3) 图形结构参数:用于反映图形的结构特征,比如图 3 中尺寸 a 、 b 。

计算机参数化技术设计过程就是根据图形分析出其中的拓扑关系,并以此提炼出能够正确表现图形结构的参数,再通过计算机编程语言用一定的表达式将

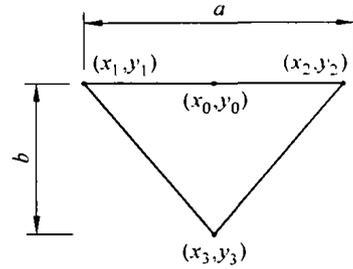


图 3 图形的结构参数与几何参数

这些结构参数转换为几何参数,最后使用绘图命令将程序中所记录的各种以常量或变量形式存在的几何参数连接起来,绘制出所需要的图形。下面结合图 1 谈谈参数化设计的具体步骤:

1) 分析图形的拓扑关系。通过观察可以发现,3 种图形同时存在一个矩形和 4 个三角形,因此其拓扑关系可理解为图 4 所示的图形组合。

2) 建立表现图形特征的几何参数与结构参数之间的联系(以图 3 为例说明)。首先通过获取定位点坐标值 (x_0, y_0) 以及反映三角形结构的 a 、 b 值,然后通过表达式将这些数据与其它几何参数结合起来: $x_1 = x_0 - a/2$ 、 $x_2 = x_0 + a/2$ 、 $x_3 = x_0$ 、 $y_1 = y_0$ 、 $y_2 = y_0$ 、 $y_3 = y_0 - b$,这样就获得描述三角形轮廓所必须具备的所有几何参数。

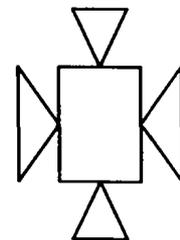
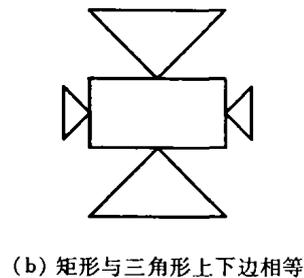
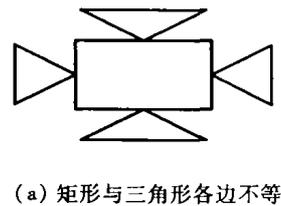


图 4 不同图形的相似拓扑关系

3) 编写程序。将以上设计思路按照程序语法规则写入程序中,在分别求出 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 的坐标值后,通过绘制直线命令即可将这些点连接成为三角形。

4) 运行并调试程序。在 AutoCAD 系统中调用程序并运行,观察其结果与实际需要是否一致,若不一致时应按照以上方法重新修改程序,直至结果满意。

很明显,所谓参数化设计实际上就是将交互式设计思路以程序的方式予以体现。尽管编写和调试程序的过程比较复杂,但程序一旦编制完毕,就可以多次重复地使用它,更为重要的是,在运行程序的过程中,可以十分方便地通过更改图形的参数使计算机自动绘制出大小不同、形状各异的图形。

2 参数化设计技术在室内设计中的应用

2.1 室内设计中参数化设计技术问题的提出

室内设计的对象主要包括棚顶、地面、灯具、家具、小品、门窗等部分^[4],结合计算机参数化设计技术的特点,使用该技术可以很方便地解决以下3方面的问题:

1) 解决形状相同、尺寸不同所带来的问题。在许多设计中顶棚、地面的造型都是相同或相似的(比如顶棚上大多采用1层或2层吊顶,并带有漫反射灯槽,边缘嵌铜灯),但由于房间的开间、进深不同,使设计人员不得不因为房间尺寸的变化重新绘制整个顶棚,使用参数化设计技术,即可将几种典型的顶棚造型以程序的形式保存起来,使用时只需输入结构尺寸,就可将顶棚直接放入房间中。

2) 解决带有共同特征的图形绘制问题。在室内设计中存在大量类似图1(可将其视为墙面造型、地面拼花或壁挂工艺品等)所示的具有共同特征的图形,使用参数化设计技术,就可十分方便地修改其中的结构特征参数,从而获得许多相似的图形,这不仅用于方案设计阶段的选型,同样适合节点大样相似的施工图绘制。

3) 解决复杂的三维图形绘制问题。使用交互式方法绘制三维图形的用户都有这样的感受,许多图形的空间坐标点必须经过频繁地改变视点和用户坐标系统才能够确定,对于一个由下向上,大小不断变化的螺旋型室内小品其绘制过程是相当复杂的,而如果使用参数化设计技术,以循环语句来描述其变化过程就会简单得多。

2.2 参数化设计中编程软件的选用

AutoCAD 系统以其开放性和丰富的开发工具使通过参数化技术进行设计成为可能,但面对 C++、VBA、ObjectARX、AutoLISP、VisualLISP 等许多可在 AutoCAD 平台上使用的软件工具,选择什么样的工具更合适呢?就功能而言,AutoCAD 系统下最强大的二次开发工具首推 ObjectARX,在面向对象的编程环境中,通过定义类的数据和与此相关操作可使参数化技术得到充分地发挥^[5];但作为室内设计人员,没有太多的时间能够像计算机程序员那样学习系统的编程知识,对编程知识的要求是简单易学、并能够很快在实际工作得到应用,为此 AutoLISP 开发工具在这方面独具特色。首先,AutoLISP 作为一种解释型语言,在 AutoCAD 系统中不经编译就可直接使用,在操作上为用户带来很大方便;其次,由于程序的运行过程与交互式设计的操作过程极为相似,甚至在程序中可直接调用交互式设计中所熟悉的各种命令;另外,AutoLISP 工具对计算机硬件知识几乎没有有什么苛刻要求,其中的表达式、函数简单明了,非常适合非计算机专业的编程者。

2.3 参数化设计技术的实现

为了更清楚地展示计算机参数化设计技术,下面给出以图1为实例的 AutoLISP 参数化设计程序^[6]。

```
(defun c:hqb() ;定义程序名为 hqb
;以下输入原始参数
(setq p1 (getpoint "\n 护墙板左下角坐标:"))
(setq a (getdist "\n 矩形宽度 - a:") b (getdist
"\n 矩形高度 - b:"))
(setq a1 (getdist "\n 水平三角形宽 - a1:") b2
(getdist "\n 水平三角形高 - b2:"))
(setq b1 (getdist "\n 垂直三角形宽 - b1:") a2
(getdist "\n 垂直三角形高 - a2:"))
;求出矩形右上角点
(setq p2 (list (+ (car p1) a) (+ (cadr p1)
b)))
;求出各三角形顶点坐标
(setq sp11 (list (+ (car p1) (/ (- a a1) 2))
(cadr p1))
sp12 (list (+ (car sp11) a1) (cadr p1))
sp13 (list (+ (car sp11) (/ a1 2)) (+ (cadr
p1) b2)))
```

```
(setq sp21 (list (car sp11) (+ (cadr sp11) b))
sp22 (list (car sp12) (+ (cadr sp12) b))
sp23 (list (car sp13) (- (cadr p2) b2)))
(setq cz11 (list (car p1) (+ (cadr p1) (/ (- b
b1) 2)))
cz12 (list (car p1) (+ (cadr cz11) b1))
cz13 (list (+ (car p1) a2) (+ (cadr p1) (/ b
2))))
(setq cz21 (list (+ (car cz11) a) (cadr cz11))
cz22 (list (+ (car cz12) a) (cadr cz12))
cz23 (list (- (car p2) a2) (cadr cz13)))
;分别绘制矩形和各三角形
(command "rectangle" p1 p2 )
(command "pline" sp11 sp13 sp12 "")
(command "pline" sp21 sp23 sp22 "")
(command "pline" cz11 cz13 cz12 "")
(command "pline" cz21 cz23 cz22 "")
)
```

程序编制完毕后以 .lsp 为扩展名存盘,然后在 AutoCAD 系统加载,根据提示输入不同的参数即可得到所需要的图形。

3 结 语

作为计算机辅助设计参数化技术的引入,并非局限于提高计算机作图的速度和精度这一层面上,更重要的还在于它能帮助广大设计人员解决怎样将计算机应用引入设计过程(而不仅仅是作图过程)的各种问题,使设计者的设计水平能够有质的飞跃。

参考文献:

- [1] 董士海. 人机交互的进展及面临的挑战[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, (1): 1-13.
- [2] 张海东, 丁凤涛, 范菲. 盒形 CAD 系统的设计和实现[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, (7): 1 025-1 028.
- [3] 孙立铸. 计算机图形学[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2000.
- [4] 来增祥, 陆震纬. 室内设计原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [5] 潘国帅, 任爱珠. 在 AutoCAD 中利用数据库技术建立基础地理信息库[J]. 计算机应用研究, 2003, (12): 69-72.
- [6] 二代龙震工作室. AutoCAD LISP/VLISP 函数库查询词典[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003.

Application of Computer Auxiliary Design Parameterization Technique

ZHOU Yue-sheng¹, LIU Qian-yu², GONG Qi-yi¹, CHEN Xi¹, LU Shan-xi²

(1. College of Material Science and Engine; 2. College of City, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Engineering design exists a great deal of similar topology relational graph. It can not achieve these designs only depending on the method of ordinary interactive computer auxiliary design speedily and accurately, however this method of parameterization design can solve this problem through the way of compiling simple computer programming. The authors propose the idea of computer auxiliary design parameterization technique and analyze its essential principle by brief explanation and legend to emerge the new aspect of field of computer auxiliary design of parameterization technique. Meanwhile, together with the simple computer programming, the authors show the specific application of this kind of technique detailed by the example of interior design. By means of wide - ranging application of computer auxiliary design of parameterization technique, numerous engineer and technician's design level must be improved extremely.

Key words: design; parameter; CAD; Auto LISP

(编辑 张 苹)