

分形在工业设计中的应用*

姜 楠 高 旭

(扬州大学工学院机械工程系 扬州 225009)

摘 要 提出了将分形引入工业设计的思路.应用分形的迭代函数系统(IFS)及 L-系统来创作工业设计作品,并进行了成功的尝试.提供了几幅构图新颖的地毯及布料设计图片.实践证明,利用分形理论制作的商业化造型软件,可以设计出超凡脱俗的工业设计作品.

关键词 工业设计 分形 CAID

中图分类号 TP399 ;TS02

工业设计是一门新兴的边缘学科,是技术与艺术相结合的产物,它随科学技术与人们审美观念的发展而发展,涉及美学、经济学、市场学、感性工学、社会学等学科.计算机作为现代高科技的处理信息的产物,为我们提供了强大的摄取、生存、存储和处理视觉形象的媒体和技术,为艺术家提供了一种全新的艺术表现形式和空间,为设计师提供了实现创意的高效和发挥潜能的空间.现代化的设计室内设计师的工具是计算机及其输入、输出设备,所提供的成果不再是手工绘制的效果图.计算机辅助工业设计(CAID)将工业设计推向了新的阶段,其作品可称为计算机艺术品,她的生命必将伴随着 CAD/CG 的发展而发展.直线、圆、多边形、样条曲线、椭圆曲线、玫瑰线、摆线等较为规则的图形产生的设计往往缺乏艺术魅力,而且无法表现自然形态.分形几何作为“大自然的几何”给人们带来了新的表现手段.用分形产生的计算机图像具有超凡脱俗的艺术魅力,其动态画面包含着大数量级的视觉信息,常常引起设计师更深入的思维活动和更丰富的创造性联想.用分形方法产生的计算机辅助工业设计作品,其艺术效果是用手工几乎达不到的.

1 用分形的迭代函数系统(IFS)产生工业设计作品

迭代函数系统是指通过重复地进行某个特殊的几何过程来产生分形图.迭代是计算机上构造分形的重要手段,典型的分形生成方法均基于迭代的思想.利用仿射变换建立几何对象各部分之间、整体与局部之间的联系.整体的结构被反映在其每一部分中称为自相似性,无穷自相似性是分形图的最大特征.

如果从一个正方形开始,将它按面积分为九个相等的小正方形,将处在中间位置的一个去掉,对剩下的八个小正方形重复此过程,便可以产生一幅地毯图案(图 1).

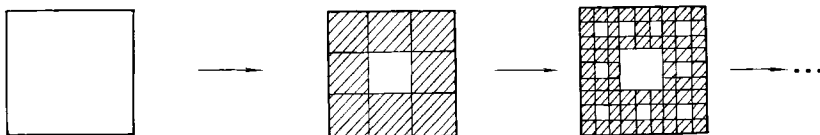


图 1 用分形方法设计地毯图案示意图

Fig.1 Carpet pattern designed by the fractional method

用矩阵运算可以很容易地完成上述图案的编程.地毯的矩阵变换系数见表 1.

完成映射过程的公式如下:

$$\begin{aligned}x &= d[k 1] \times x + d[k 2] \times y + d[k 5] \\y &= d[k 3] \times x + d[k 4] \times y + d[k 6]\end{aligned}$$

其中 k 取 $1 \sim 8$ 中的随机数. 例如当 $k = 1$ 时 $x = 0.33x + 240$; $y = 0.33y$.

随着迭代次数的增加 , 可以产生满意的地毯图案基本造型. 为完成工业设计造型 , 笔者构造了基本分形图形库及一些点缀图案库. 用迭代函数系统产生的分形图形从视觉上感觉比较单调 , 但是当进一步进行各种仿射变换处理后可以实现较满意的工业设计造型. 在这里 , 设计的创意将成为关键因素 , 当设计者的艺术创作思维高度地融合及渗透到计算机技术的操作过程中时 , 便可产生较高层次的设计.

为达到设计目标 , 笔者研究开发了交互设计软件系统 , 设计者可以用该软件实现基本分形图的叠加、比例、平移、镜像映射、旋转、扭转、Bezier 网格映射、三维映射等变换操作 , 从而设计工业作品. 由于具有交互式设计界面 , 且众多参数可调 , 容易实现丰富的色彩及形式变化 , 设计一幅作品大多只需几分钟时间 , 并且修改方便 , 充分体现了设计的高效. 实践表明 , 当设计者拥有一个较高层次的创意时 , 灵活使用该软件可以创作优秀的工业设计作品.

图 2 为地毯设计作品. 图 2(a) 所示的作品用蓝、黄色为基调 , 用三层不同大小、不同颜色的地毯图形来增加层次感 ; 中间一个地球使作品有了时空的交叉 , 在地球中间隐约可见的多彩放射线为当今信息时代的象征 ; 地毯的四个角落点缀了古典窗花分形图案 , 同时将窗花分形图案映射到中间的地球上产生呼应. 整个作品体现了古典与现代的融合.

图 2(b) 所示的作品用紫红色为基调 , 表现出华贵的气氛 , 地毯上点缀着五颜六色的树叶 , 给作品带来一份自然的宁静气息 ; 中间盛开的花朵增加了整个造型的活力. 该地毯设计时 , 将图形语言与文字语言相结合 , “Fractal”和“Computer Art”揭示了整个作品的主题.

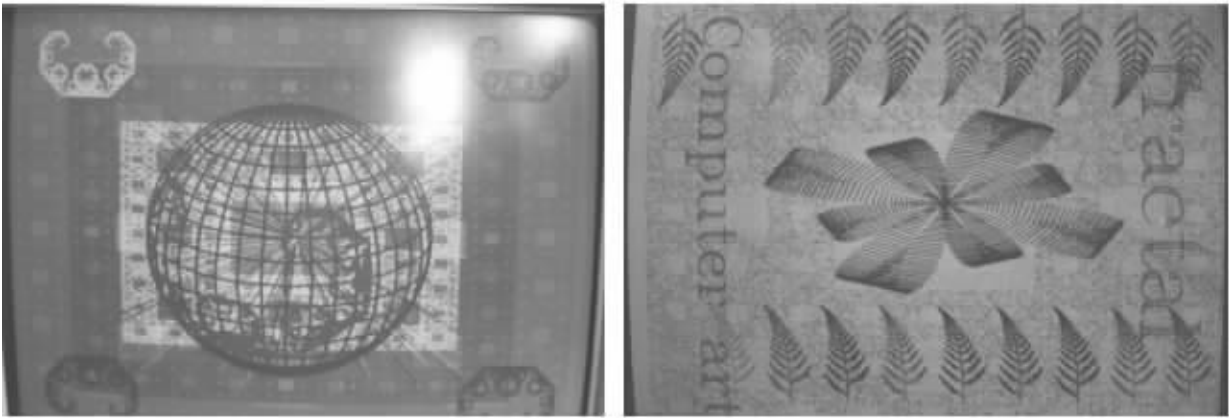


图 2 地毯设计作品
Fig.2 Newly-designed patterns for carpets

2 用分形的 L-系统来产生工业设计作品

分形具有自相似性 , 它的形成是信息压缩的过程 , L-系统所产生的分形图实际上是利用其逆过程即信息膨胀过程.

L-系统的基本思想是改写 , 根据一组改写规则或生成元 , 依次替换一个简单初始图的每一部分 , 可产生复杂图形的定义. 例如 :

- ak (初始图)
- $a \rightarrow ak$ (生成元 1)
- $k \rightarrow a$ (生成元 2)

根据生成元去替代初始字符串中的每个字符 , 将得到 : $ak-aka-akaak-akaakaka- \dots$

以 Von Koch 雪花曲线的产生为例 , 约定 $(a) + \delta$ 为沿逆时针方向转一角度 δ ; $(b) - \delta$ 为沿顺时针方向转

一角度 $\delta(c)F(d)$ 为从当前点开始沿当前方向画一长度为 d 的线段. 有了这些记号约定后, 就可以用一个字符串表示一个图形. 将初始图定义为一长度为 d 的等边三角形(图 3(a)), 用字符串表示成: $F(d) - (\delta) - (\delta)F(d) - (\delta) - (\delta)F(d)$, 而将生成元定义为四条边长为原三角形边长的 $1/3$ 组成的有向折线(图 3(b)), 用字符串表示为: $F(d) \rightarrow F(d/3) + (\delta)F(d/3) - (\delta)F(d/3) + (\delta)F(d/3)$. 将初始图的每一直线段用生成元替换, 可得到图 3(c). 再将生成元压缩到原来的 $1/3$, 依次替换图 3(c) 中的每条线段, 将得到图 3(d). 如此进行下去, 将得到 L-系统产生的分形图(图 3(e)).

由此可知, 当赋予 L-系统中的每一个字母以特定的图形含义时, 便可用 L-系统实现满意的造型. L 型系统生成的图形大多具备精细美观的视觉感受, 用常规创作手段无法达到, 稍作变换处理将产生迷人的设计作品.

图 4 为用该方法生成的一幅布料设计作品. 作品色彩华丽, 构图新颖, 表现出迷人的魅力.

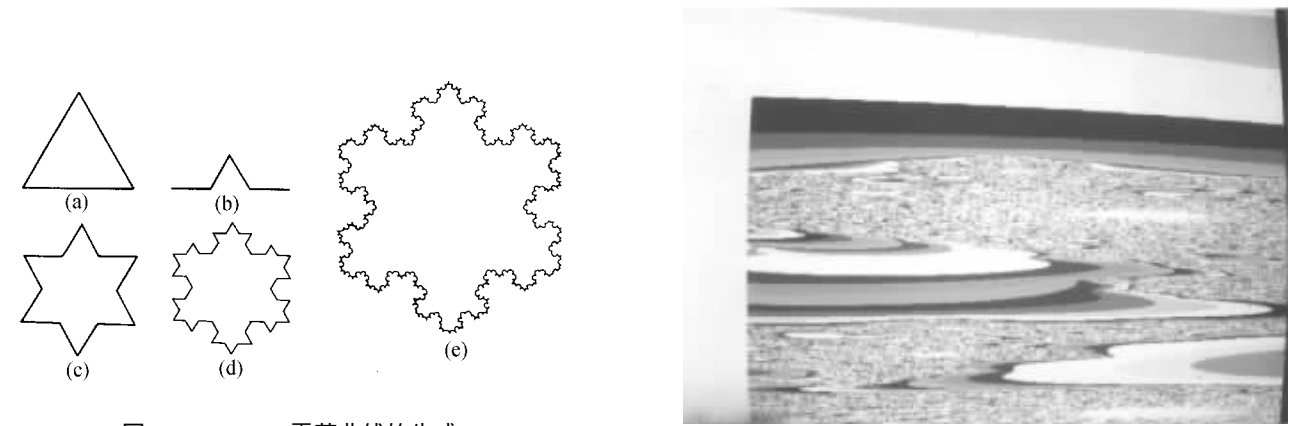


图 3 Von Koch 雪花曲线的生成

Fig.3 Generation of Von Koch snow-shaped curve

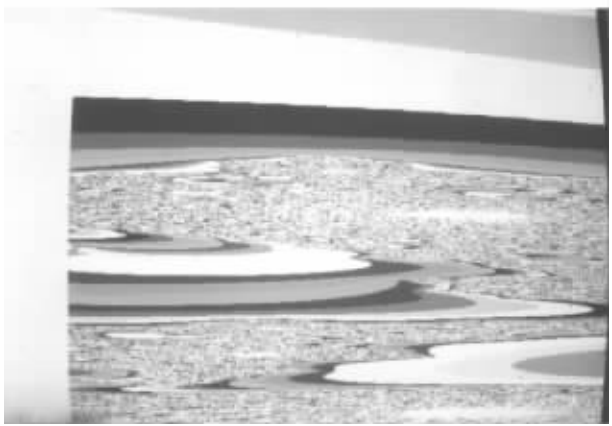


图 4 布料设计作品

Fig.4 Newly designed patterns for fabrics

3 结 语

利用分形理论制作的商业化造型软件, 可用于地毯、剪纸、广告设计以及产品外形表面纹理图案设计等方面, 有可能在一些轻工业厂家, 如针织厂、地毯厂、电脑绣花厂、染织厂得到推广应用, 开拓工业设计的新领域.

参 考 文 献

1 Jiang Nan , Jiang Ming , Yang Ziqiang. Computer aided design for industrial modeling. The First China-Japan Joint International Symposium on INDUSTRIAL DESIGN. International Academic Publishers , 1996. 105 ~ 111
2 姜楠, 姜铭, 姚陈. 用电脑创作工业设计作品. 河北机械, 1996(3): 1 ~ 2
3 王方石. L-系统在分形中的应用. 见: 辛厚文主编. 分形理论及其应用. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1993. 90 ~ 93

Application of Fractal to Industrial Design

Jiang Nan Gao Xu

(Institute of Technology , Yangzhou University , Yangzhou 225009)

Abstract In this paper , fractal is introduced into ID , and Iteration Function System(IFS) and L-System are used to produce ID works. Newly designed patterns for carpets and fabrics are given. It has been proved that ID works with fractal have many unusual effects.

Key words industrial design(ID); fractal ; computer aided industrial design