

基于 IFS 的纺织设计初探

张 聿 李栋高

(浙江工程学院, 杭州, 310033) (苏州大学)

摘 要: 基于 IFS 的图形生成原理, 运用计算机绘图方法, 通过纺织实验, 对 IFS 在纺织设计中的应用进行了初步的探讨, 并获得了几点有益的启示。

关键词: 纺织设计 IFS 计算机绘图方法 纺织实验

中图分类号: TS 941.2 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)02-0041-02

IFS 是迭代函数系统^[1,2] (Iterated Function System) 的简称, 于 1985 年发展起来, 由于理论完善, 目前已经成为分形几何学中生命力强大、应用广泛的一个重要分支。

IFS 仅需几组简单的仿射系统系数就可以基本确定一个物体的迭代函数系统, 从而凭借计算机模拟产生许多自然景观, 如植物、丛林、山川等。其基本思想来自分形几何学原理。分形几何学认为, 分形图形具有自相似性或自仿射性。其局部的各个层次都与原图形整体相似, 只不过存在一些比例放大、缩小, 图形旋转或平移的不同而已。因此 IFS 认定, 几何对象的整体与局部在仿射变换的意义下, 具有自相似结构, 并且这一过程可以迭代地进行下去, 直至得到满意的造型为止。所以, IFS 构造的图形具有无限精细的结构, 从理论上讲, 任一局部都是整体的一个拷贝。

从视觉艺术的角度看, IFS 的这一基本思想是以简单的几组数据确定一个模拟对象的迭代函数系统, 从而在计算机上完成由数—形的视觉信息转换, 实现视觉形象的造型。本文的研究目的就是结合纺织实验, 对如何基于 IFS 进行纺织设计作一初步探讨, 旨在为纺织纹饰艺术设计提供新的思路。

1 IFS 图形的生成原理和 IFS 码的确定

1.1 IFS 定义^[3]和 IFS 码^[2]

1.1.1 定 义 迭代函数是完备度量空间 (X, d) 上的一组有限的压缩映射 $w_n: X \rightarrow X, n = 1, 2, \dots, N$; 每个压缩映射 w_n 的压缩因子是 s_n 。如此定义的函数系也常称为双曲迭代函数系, 记为 $\{X; w_n, n = 1, 2, \dots, N\}$ 。

1.1.2 IFS 码的确定方法^[2] IFS 码的确定, 依据于仿射变换, 这也是利用 IFS 码在计算机上绘图的关键。设二维欧氏空间中的仿射变换为:

$w: R^2 \rightarrow R^2$ 。 $X = [x, y]^T$ 是此空间中的一点,

则其仿射变换映射像为 $X' = [x', y']^T$ 。写成矩阵形式:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = w \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中的 a, b, c, d, e, f 6 个参数均为实系数, 它们完全确定 1 个仿射变换。可以将其分解为平移旋转和比例放大等, 用下式表示:

$$w \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r \cos \theta & -q \sin \varphi \\ r \sin \theta & q \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中 e, f 是 x 和 y 方向上的平移分量, θ, φ 分别是绕 x, y 轴的转角, r 和 q 可以看作是 x 和 y 方向上的比例放大倍数。

依据仿射变换, 可以将要模拟的自然景物作为目标图形, 用一组压缩仿射变换 $\{w, i = 1, 2, \dots, N\}$ 来构形。而求这些仿射变换系数 a, b, c, d, e, f , 可以采用三点对应方法解线性方程组求得。设变换 $w: R^2 \rightarrow R^2$

$$w \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax + by + e \\ cx + dy + f \end{bmatrix} \quad (3)$$

且具有压缩变换性质, 如图 1 所示。在该图 A 图形中取 3 个点: $Z_1 = (x_1, y_1), Z_2 = (x_2, y_2), Z_3 = (x_3, y_3)$, 经变换后得到图形 B, 其对应点为 $Z_1^* = (x_1^*, y_1^*), Z_2^* = (x_2^*, y_2^*), Z_3^* = (x_3^*, y_3^*)$ 。由此可得:

$$\begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \\ x_3^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax_1 + by_1 + e \\ ax_2 + by_2 + e \\ ax_3 + by_3 + e \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} y_1^* \\ y_2^* \\ y_3^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} cx_1 + dy_1 + f \\ cx_2 + dy_2 + f \\ cx_3 + dy_3 + f \end{bmatrix} \quad (4)$$

通过解上述线性方程, 即可求出仿射变换的系数 a, b, c, d, e, f , 或者进而求出 r, q, θ, φ 。于是便得到一组表示自然景物构形的 IFS 代码。

1.2 IFS 图形的生成原理^[2,4]

计算机上绘图方法(随机迭代算法): 对于一个

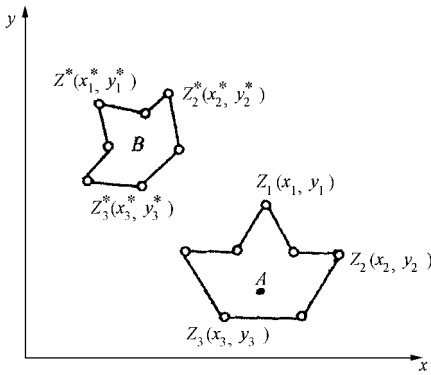


图1 仿射变换

迭代函数系统,先找到初始点 Z_0 ,依概率分布 $\{p_1, p_2, \dots, p_N\}$,从 $\{w_i, 1 \leq i \leq N\}$ 中选择一个仿射变换 w_k 。对 Z_0 作变换 w_k ,得到 X_1 ,如此反复进行,当 i 充分大时,其序列点集将接近该 IFS 的吸引集或吸引子,将这些点标示出来即得其图形。本文以蕨类叶与异形叶为研究对象,其 IFS 码分别见于表1与表2中;用上述方法所绘图形分别见图2与图3。

表1 蕨类叶的 IFS 码

i	a_i	b_i	c_i	d_i	e_i	f	p_i
1	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.1
2	0.85	0.04	-0.04	0.85	0.00	1.60	0.85
3	0.20	-0.26	0.28	0.22	0.00	1.60	0.07
4	-0.15	0.28	0.26	0.24	0.00	0.44	0.07

表2 异形叶的 IFS 码

i	a_i	b_i	c_i	d_i	e_i	f	p_i
1	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
2	0.12	-0.82	0.42	0.42	0.00	0.20	0.4
3	0.12	0.82	-0.42	0.42	0.00	0.20	0.4
4	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	0.15



图2 蕨类叶

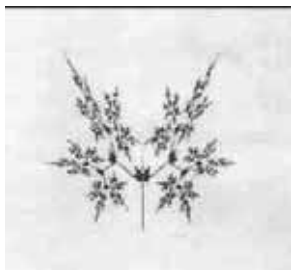


图3 异形叶

2 IFS 图形的纺织实验

实验图形的选择重点考虑到 IFS 图形具有非常显著的分形特征(如自相似性),因此,希望通过实验观察将 IFS 图形实现于织物上所产生的效果。所以,选择了上述2个不同的树叶图形(见图2与图3)进行纺织实验,花部地部选择用正反五枚缎进行表现,以突出图案的纹饰效果。纺织实验的有关数据主要工艺参数见表3。实验所得样品分别见图4、图5。



图4 蕨类叶织物

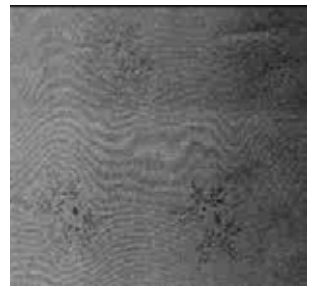


图5 异形叶织物

表3 纺织工艺参数

		IFS 蕨类树叶	IFS 异形树叶
原料	经	50D 涤纶三角异形丝	
	纬	100D 涤纶低弹丝 12捻/cm - S捻	75D 涤纶低弹丝 12捻/cm - S捻
经密		80根/cm	80根/cm
纬密		36根/cm	38根/cm
组织	花	五枚纬缎	五枚纬缎
	地	五枚经缎	五枚经缎
循环(根,经×纬)		1360×580	1360×800

3 结论

1.运用计算机图形方法和数字信息技术,将 IFS 图形表现在织物上,转化为纹饰艺术是完全可行的。

2. IFS 图形主要依靠设计人员根据数学原理与模拟对象的形态进行创作而成,所产生的纹饰图案以树叶等自然物为主体,容易被消费者所接受。

参 考 文 献

- 1 齐旭东.分形及其计算机生成.北京:科学出版社,1994:12~77.
- 2 胡瑞安等.分形的计算机图象及其应用.北京:中国铁道出版社,1995:135~158.
- 3 谢和平等.分形应用中的数学基础与方法.北京:科学出版社,1994:99~111.
- 4 金以文等.分形几何原理及其应用.杭州:浙江大学出版社,1998:32~58.

欢迎订阅《纺织学报》