

# 基于混沌映射的纹理图象生成方法

郑丽颖 田 凯 王科俊

(哈尔滨工程大学自动化学院, 哈尔滨 150001)

**摘 要** 在基于BP神经网络生成纹理图象方法<sup>[1]</sup>的基础上,提出了一种基于Logistic映射和多层前向神经网络的纹理图象生成方法,该方法使用Logistic映射来调整多层前向神经网络的网络参数,即用Logistic映射产生一组混沌变量,这组混沌变量中的每一个数对应一个需要调整的神经网络参数.由于Logistic映射具有的混沌特性,使多层前向神经网络每次迭代都会产生一组不同的参数,从而克服了使用BP算法调整神经网络参数时容易收敛的缺点.这种基于混沌映射的方法既保留了基于BP神经网络生成纹理图象方法的优点,又对其进行了改进.该方法因不需要计算网络的误差,从而大大简化了计算过程,并且可以产生比使用原有方法更加丰富的纹理图象.仿真结果表明,使用这种改进后的方法比原有的方法更加简单有效.

**关键词** Logistic映射 混沌 纹理图象 多层前向神经网络

**中图分类号:** TP319.9 **文章标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2002)10-1009-03

## The Method of Texture Image Generation Based on Chaotic Mapping

ZHENG Li-ying, TIAN Kai, WANG Ke-jun

(Automatic College, Harbin Engineering University, Harbin 150001)

**Abstract** After studying the method of generating texture image based on BP neural networks in [1], an improved method based on Logistic mapping and multi-layer forward neural networks is proposed. With the aid of using Logistic mapping, the parameters of multi-layer forward neural networks are adjusted by the new method. That is, using Logistic mapping generat for generating a set of chaotic variables, and each chaotic variable corresponding to a parameter of neural networks which need to be adjusted. Since Logistic mapping has the characteristic of chaos, which make the multi-layer forward neural networks defrent parameters, the defects of BP algorithm which lead the neural networks to converging is overcome. The method based on chaotic mapping not only raitain the virtue of the method in [1] but also improved the original method. The improved method need not calculate the error of neural networks, so not only the operation proceeding is simple but also more texture images is able to be generated. Simulations show that the improved method is simpler and more efficiency the original method in [1].

**Keywords** Logistic mapping, Chaos, Texture image, Multi-layer forward neural network

## 0 引言

纹理是图象分析中常用的一个概念,一般来说,可以认为纹理图象是由许多相互接近、相互编织的元素构成,它们常常具有周期性.直观来说,纹理描述可提供区域平滑、稀疏、规则性等特性<sup>[2]</sup>,因此纹理分析在图象分析与处理中占有重要地位,而纹理

综合则是对自然纹理的模拟.通过纹理综合所产生的图象可为纹理分析领域的科研人员提供大量的纹理图象,同时这些纹理图象也可用于广告设计、纺织图案设计等诸多领域,因此纹理综合具有很高的应用价值.但是无论采用以纹理模型或者是以几何模型为基础的纹理综合都是一个比较复杂的过程<sup>[1]</sup>.利用BP神经网络生成纹理图象的方法<sup>[1]</sup>,由于随着学习次数的增加,网络权值的调整量越来越小,从

而导致所生成的纹理图象之间的差别也越来越小,因此用这种方法生成的纹理图象数目有限.基于混沌映射的纹理图象生成方法,利用 Logistic 映射产生的混沌变量对多层前向神经网络的权值和阈值进行调整,使得网络始终处于发散状态,因此使用该方法可生成大量的纹理图象,同时该方法不需要计算网络的误差,所以其更加方便实用.

## 1 Logistic 映射的神经网络结构及参数调整方法

### 1.1 网络结构

采用多层前向神经网络生成纹理图象,该网络的输入-输出关系可以看成是一种映射关系,即每一组输入对应着一组输出,由于网络中神经元作用函数的非线性性,网络可实现复杂的非线性映射<sup>[3]</sup>.用于生成纹理图象的网络模型如图 1 所示,该网络由 3 个输入神经元,一个输出神经元和若干个隐层神经元组成.其中,输入  $(x_1, x_2)$  代表像素点的坐标;  $x_3$  表示用于生成纹理图象图的“种子”样本在该坐标点的灰度值;  $z$  表示所生成的纹理图象在该坐标点的灰度值.

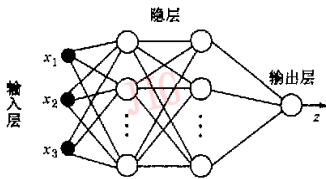


图 1 神经网络模型

设网络包含  $L$  层神经元,第  $l$  层中包含  $N_l$  个神经元,第  $l-1$  层中第  $j$  个神经元与  $l$  层中第  $i$  个神经元的连接权值为  $a_{ij}^{(l)}$ ,  $l$  层中第  $i$  个神经元的阈值为  $q_i^{(l)}$ ,  $l$  层中第  $i$  个神经元输出为  $y_i^{(l)}$ ,神经元的作用函数为  $g(x)$ ,则网络的输入-输出关系为

$$y_i^{(l)} = g\left(\sum_{j=1}^{N_{l-1}} a_{ij}^{(l)} y_j^{(l-1)} - q_i^{(l)}\right), l = 2, 3, \dots, L-1 \quad (1)$$

$$z = g\left(\sum_{k=1}^{N_{L-1}} a_{1k}^{(L)} y_k^{(L-1)} - q_1^{(L)}\right) \quad (2)$$

考虑到纹理图象具有一定的周期性(或准周期性),因此取

$$g(x) = \sin(\alpha x) \quad (3)$$

其中,  $\alpha = T/2\pi$  是与周期有关的一个实数.

### 1.2 网络参数调整方法

混沌运动能在一定的范围内,按其自然规律不重复地遍历所有状态<sup>[4]</sup>,因此为了避免网络收敛,采用混沌变量来调整多层前向神经网络的权值.首先选择用于产生混沌变量的 Logistic 映射

$$x(n+1) = \mu x(n)(1-x(n)) \quad (4)$$

其中,  $\mu$  是控制参数,取  $\mu=4$ ,  $x(0) \in [0, 1]$ .

不难证明,  $\mu=4$  时,式(4)完全处于混沌状态<sup>[5]</sup>.赋给式(4)  $i$  个微小差别的初值,即可得到  $i$  个混沌变量.

利用混沌方法来调整网络权值和阈值的方法为

$$a_{ij}^{(l)}(n+1) = c + bx_{x_{ij}^{(l)}}(n+1) \quad (5)$$

其中,  $x_{x_{ij}^{(l)}}(n+1)$  表示与  $a_{ij}^{(l)}$  有关的混沌变量经  $n+1$  次迭代后的值;  $c, b$  表示放大倍数,由于通过式(4)产生的  $x_{x_{ij}^{(l)}}(n+1)$  是  $0 \sim 1$  之间的数,因此需要通过变量  $c, b$  将其进行适当的放大.

## 2 生成纹理图象的方法

由于利用混沌方法对网络的权值和阈值进行调整时,对“种子”样本的选择没有特殊的要求,因此可选任一幅普通的灰度图象作为“种子”样本.利用 Logistic 映射生成纹理图象的方法如下:

(1) 确定多层前向网络的结构,选择网络层数  $L$ , 隐节点数以及具有周期特性的作用函数;

(2) 任选一幅灰度图象作为生成纹理图象的种子;

(3) 选择要观测图象的尺寸  $N_1 \times N_2$ ;

(4) 令  $k=0$ , 将  $x_{x_{ij}^{(l)}}(0)$  置为在  $[0, 1]$  之间的一个随机数,代入式(4)、式(5)得到权值  $a_{ij}^{(l)}$ ,  $q_i^{(l)}(k+1)$ ,  $l=1, 2, \dots, L, i=1, 2, \dots, N_l, j=1, 2, \dots, N_{l-1}$ ;

(5) 令  $x_1 = 0, 1, \dots, N_1; x_2 = 0, 1, \dots, N_2; x_3 = s(x_1, x_2)$ , 其中,  $s(x_1, x_2)$  表示初始输入图象在  $(x_1, x_2)$  点处的灰度值.利用式(1)、式(2)计算出网络输出  $z$ , 即  $(x_1, x_2)$  坐标点的灰度值  $F(x_1, x_2) = z$ , 并显示图象;

(6) 保存所生成的纹理图象  $F_k$  对应的网络参数,如权值、阈值及作用函数的周期等;

(7) 是否结束?若结束转第 8 步,否则,返回第 4 步,可以产生下一幅图象;

(8) 退出程序.

若要恢复已保存的图象,只需要读取所存储的网络参数即可,这种方法大大节省了存储空间.

### 3 实验结果

任选一幅灰度图象(如图 2 所示),作为产生纹理图象的“种子”样本.设网络含有一个隐层,3 个隐

层神经元,取  $N_1=N_2=30, c=-2, b=3, \alpha=0.5$ , 生成的纹理图象如图 2 所示.适当调整隐层神经元个数可产生另一组不同的纹理图象(如图 3 所示),其中隐层神经元个数为 7,其他参数及“种子”样本均不变.

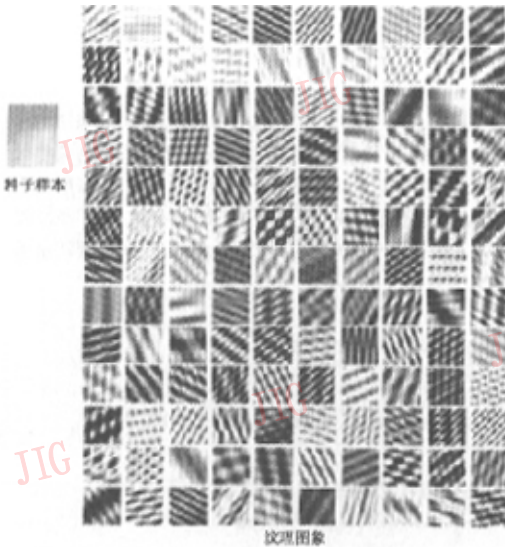


图 2 “种子”样本及纹理图象(3 个隐层神经元)

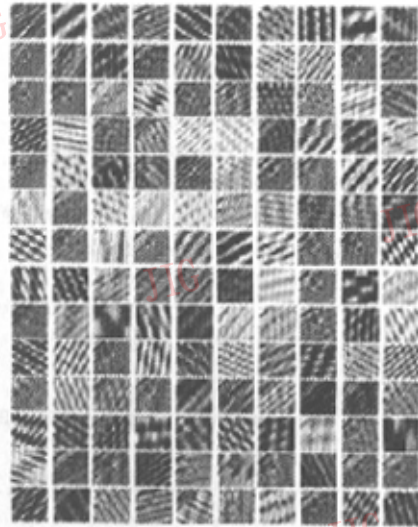


图 3 纹理图象(7 个隐层神经元)

由此可见,该方法能够产生丰富的纹理图象,并且网络一直不收敛,有效的克服了使用 BP 神经网络只能产生有限幅纹理图象的缺点.

### 4 结 论

本文给出了一种基于 Logistic 映射以及多层前向神经网络的纹理图象生成方法,它是对文献[1]方法的改进.通过仿真实例可见,改进后的方法有效地克服了 BP 神经网络易收敛的缺点,大大延长了纹理图象的生成周期,能够产生更加丰富的纹理图象,其为图象的纹理综合提供了一个更加简单有效的方法,该方法可以为广告设计及纹理图象的研究者提供丰富的素材,具有较高的实用价值.进一步的研究应该集中于如何用该方法产生确定的纹理图象,如云的纹理图象、木质的纹理图象等等.

#### 参 考 文 献

- 1 吴小塔,周荷琴,冯焕清. 基于神经网络的纹理图象生成[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5A(6):484~488.
- 2 章毓晋. 图象处理和分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

- 3 王科俊,王克成. 神经网络建模预报与控制[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1996.
- 4 李兵,蒋慰孙. 混沌优化方法及其应用[J]. 控制理论与应用, 1997, 14(4):613~615.
- 5 黄润生. 混沌及其应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2000.



**郑丽颖** 1976 年生,2000 年 4 月获哈尔滨工程大学硕士学位,现为哈尔滨工程大学博士研究生.主要研究方向为神经网络、模式识别及图象处理.



**田 凯** 1972 年生,1993 年 7 月获哈尔滨工程大学学士学位,现为哈尔滨工程大学自动化学院讲师.主要研究方向为工业自动控制及神经网络.



**王科俊** 1962 年生,哈尔滨工程大学自动化学院教授、博士生导师.研究方向为神经网络、智能控制及模式识别.