

1999 年上海大学博士学位论文

12

纹理图象的分析与识别研究

作者: 刘 泓

专业: 通信与信息系统

导师: 莫玉龙



19.8

上海大学出版社

1999 年上海大学博士学位论文

纹理图象的分析与识别研究

作 者：刘 泓

专 业：通信与信息系统

导 师：莫玉龙

上海大学出版社

· 上 海 ·

内容提要

《1999 年上海大学博士学位论文》内容包括：“半固态合金 (A356) 触变成形流变特性及其浇道系统的研究”、“基于 PDM 平台企业产品并行设计的系统集成研究”、“电流变材料的设计、研制及其流变和应用性能研究”、“机电一体化系统集成的研究与研制”、“羟基和硫化植物油脂脂肪酸的摩擦学研究”、“纳米级固体润滑剂的研制和磨擦学性能研究”、“用于有源集成的微带天线单元与双极化阵列”、“Turbo 码几个关键问题的研究”、“多平行轴齿轮-轴承-转子系统耦合振动的有限元分析”、“Several Problems in Applied Nonlinear Dynamical Systems”、“旋转系统内三维可压缩有旋流动正、反命题的赝势函数模型和变分方法”、“纹理图象的分析与识别研究”。

图书在版编目 (CIP) 数据

1999 年上海大学博士学位论文 / 杨湘杰等著. — 上海: 上海大学出版社, 2000.5

ISBN 7-81058-146-5

I. 1... II. 杨... III. 博士-学位论文-上海 1999-汇编
IV. G643.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 26281 号

上海大学出版社出版发行

(上海市延长路 149 号 邮政编码 200072)

上海市印刷七厂一分厂印刷 各地新华书店经销
开本 850 × 1168 1/32 印张 60 字数 1400 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 800

定价: 100.00 元

Shanghai University Doctoral Dissertation (1999)

Study on Analysis and Classification of Texture Images

Candidate: Liu Hong

Major: Communication and Information System

Supervisor: Prof. Mo Yulong

Shanghai University Press

• Shanghai •

上海大学

本论文经答辩委员会全体委员审查，确认符合上海大学博士学位论文质量要求。

答辩委员会名单：

主任：（工作单位职称）

何永保（复旦大学，教授）

委员：

施鹏飞 **王成道**

王汝笠 **张兆杨**

导师：

莫玉龙

评阅人名单:

何永保	复旦大学计算机系,	200433	教 授
施鹏飞	上海交通大学图象所	200030	教 授
王成道	华东师范大学电子信息系	200062	教 授

评议人名单:

王汝笠	中科院上海技术物理所	200083	研究员
张立明	复旦大学电子工程系	200433	教 授
赵松年	中科院北京大气物理所	100029	研究员
周源华	上海交通大学图象所	200030	教 授
张兆杨	上海大学信息工程系	200072	教 授
王朔中	上海大学信息工程系	200072	教 授

答辩委员会对论文的评语

纹理图象的分析与识别是图象处理、模式识别和计算机视觉等学科的重要研究内容之一，具有重要的应用前景。本论文把纹理作为一种模式的特征，在分析、研究现有的各种图象纹理分析与识别的基础上，提出了一系列图象纹理分析与识别的新方法，并取得了较好的效果。论文选题具有学术意义和实用价值。

本论文在充分了解国内外在纹理分析与识别研究领域中的最新成果和动态的基础上，结合“自然纹理”和“人工纹理”进行探讨，取得了一些具有创新性的研究成果：把小波包应用到纹理图象的分析与特征提取中；设计出用于纹理缺陷检测的自适应异小波基构造方法及求解的遗传算法，提出了对纺织物缺陷的纹理进行在线检测的方法；在 Gabor 滤波器的基础上，提出了多分辨率二项分布滤波器，并利用内插和迭代方法减少了计算时间；利用分维方法，针对自然纹理图象提取纹理特征、进行纹理分类，取得了较高的精度；提出将多分辨率模型与污染的高斯分布模型相结合的改进的分辨率有监督纹理分割算法，减少了计算量，提高了精度；将进化算法与现有的 SFSN 神经网络相结合，提出了一个基于进化算法的 SFSN 神经网络分类器，可同时实现结构优化与参数优化。

论文层次分明、条理清晰、实验数据可靠，是一篇较优秀的博士学位论文。表明论文作者具有扎实宽广的理论基础和专业知识，独立从事科研工作的能力强。

在论文答辩中能正确回答问题，答辩委员会认为该论文已达到了博士学位论文的水平，通过无记名投票表决，一致同意通过刘泓同学论文答辩，并建议校学位委员会授予工学博士学位。

答辩委员会表决结果

经答辩委员会表决，全票同意通过该生的博士论文答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席：**何永保**

1999 年 10 月 29 日

摘 要

本文主要围绕纹理图象分析与识别的各个阶段,包括纹理图象特征的提取,纹理图象模式聚类 and 分割等。研究了一种纹理图象的小波包分解及其纹理图象特征的提取方法,并利用 BP 神经网络进行纹理的分类。针对纹理图象缺陷检测问题,提出一种利用遗传算法的自适应异小波基构造方法,使纹理图象的缺陷得到检测。本文还研究了传统的纹理图象 Gabor 滤波器分析方法,提出一种多分辨二项分布滤波器,使纹理图象分割的定位精度有所提高。本文还利用分维方法研究了纹理图象的特征提取方法,提出了利用改进的盒子记数法(MBCM)提取多个纹理特征,最后的纹理分类也有较高的准确度。本文提出一种改进的具有鲁棒特性的多分辨纹理图象分割算法,使纹理图象的分割不仅计算量小而且分割结果也是较为精确的。本文在模式聚类分析中提出一种基于进化算法的 SFSN(sampling frequency-sensitive network)神经网络,该算法具有使神经网络的结构优化与参数优化同时完成的特性,即同时解决了最佳分类数与最佳分类的问题。

论文的主要成果包括:

在利用小波多通道滤波技术(wavelet multichannel filtering technique)分析纹理模型时,我们没有采用纹理图象的金字塔小波分解系数作为特征,而是采用树结构小波分解的方法,即采用小波包分解的方法,得到所希望的纹理图象空间频率通道上的分解系数,把这些通道上的能量作为纹理图象的特征。这是

因为仅采用单一尺度分析纹理图象很难获得好的分类性能,采用多分辨分析小波变换后,可以克服这些困难。但是 Mallat 金字塔小波分解算法仅在低空间频率通道子图象上迭代分解。但是大量自然纹理图象具有准周期模式特征,所以用 Mallat 金字塔小波分解不足以得到纹理分类所需的足够信息。利用树结构小波分解获取空间频率中频通道的能量信息,而且还利用了低空间频率段上保留的结构统计信息,最后用 BP 神经网络实现纹理图象的分类。

许多纹理具有规则的重复出现的纹理单元,如纺织纤维结构等。为了处理有缺陷的纹理图象,本论文中提出了一种利用二维小波变换的新方法。提出用不同自适应小波基与纹理模式匹配的概念。与 Daubechies 的小波基不一样,其行和列采用不同的自适应正交小波基。并用遗传算法得到该行和列的小波基。实验结果表明该方法能确定纹理缺陷的位置,为纹理缺陷的在线检测提供了新方法。

本论文提出一种多分辨二项分布滤波器,并从空域与频域两方面对二项分布滤波器及 Gabor 滤波器进行了分析比较。当两种滤波器的尺度空间常数很大时,它们的时域与频域性能基本相近。但在尺度空间常数较小时,二项分布滤波器的性能稍优于 Gabor 滤波器。而且二项分布滤波器的计算可以利用内插与迭代方法,因此计算比较简单。在对纹理图象的分类中其性能得到验证。

本论文提出一种利用分维特征,即自然纹理的自相似性进行纹理识别的研究方法。文中利用八个分维纹理特征,即原始图象,高灰度图象,低灰度图象,四个方向(0° , 45° , 90° , 135°)的梯度图象及二阶多分维共八个分维数作为特征值。分维的计算

采用改进的盒子计数法 (MBCM)。最后利用 BP 神经网络进行纹理的分类识别。实验结果与其它技术进行了比较, 并提出利用维纳滤波进一步改进分类性能的手段。

本论文提出一种改进的鲁棒有监督纹理图象的分割算法。基于实际纹理图象是分割图象迭加了不规则噪声的假设, 用被污染的高斯分布描述待分割的图象。并且利用多分辨模型得到低分辨层上的模型参数, 从而实现由粗到细直到纹理图象的每个像素的分割。另外在邻域关关节点先验信息利用上提出了更为合理的方法。所以本文方法不仅计算量小而且分割结果也是较为精确的。

本论文提出一种基于进化算法的 SFSN(sampling frequency-sensitive network)神经网络分类量化方法。该算法把并行全局寻优的进化算法 EP(evolutionary programming)融合进 SFSN 神经网络, 把进化算法与 SFSN 神经网络结合, 可以同时实现最优聚类数(结构优化)与分类(参数优化)的全局优化。一般结构变化会导致参数优化的倒退, 但在本文方法中, 神经元多少的变化, 即结构的变异, 并不影响参数的优化, 而是继承了参数的优化成果, 使神经网络的结构优化与参数优化同时完成, 使进化进程更为有效。即同时解决了最佳分类数与最佳矢量量化问题。实验结果证实了算法的有效性。

关键词 纹理分析, 纹理分类, 小波, 神经网络, 分维, 进化规划

Abstract

The analysis and classification of texture images is researched in this dissertation, including the feature extraction of texture images, texture pattern cluster and segmentation etc. For this purpose, a wavelet packet decomposition and texture feature extraction method has been studied, and the BP neural network model has been used in classification stage. In order to handle the problem of detection of texture defects, a new concept of different adaptive wavelet bases has been proposed using genetic algorithms, the texture defects can be detected and located properly. In this dissertation, the conventional Gabor filter has been researched, and a multiresolution binomial distribution filter has been presented, the precision of texture segmentation edge has been improved. This dissertation also presents a nature texture classification method based on fractal dimension using self-similar texture characterization. For this purpose, the fractal dimensions are estimated with the Modified Box-Counting Method. The result has as good performance as that of other methods. A modified texture segmentation algorithm based on multiresolution model is proposed in this dissertation. The method results in accurate segmentations and requires significantly less computation. In this dissertation, an evolutionary programming-based sampling frequency-sensitive network is proposed for pattern clustering. The proposed method has an advantage of that the optimal solution of architecture and parameters can be got simultaneously. So the classification network can

get the optimal number of clusters and the optimal vector quantization.

The achievements of the dissertation include:

A wavelet packets model reflecting multichannel filtering method is used for texture classification. Pyramid wavelet decomposition coefficients are not used as the feature inputs of this model. The tree structure wavelet decomposition (wavelet packets) method is used to get energy features at the spatial frequency domain of the texture. It is because that using a single scale analysis has been considered having low texture classification ability. So using the multiresolution wavelet transform can overcome this disadvantage. But Mallat pyramid wavelet decomposition algorithm decomposes texture image iteratively at the low spatial frequency channel. A large amount of nature texture images are considered having quasi-periodic modes, so the Mallat pyramid decomposition method can not get the enough message for texture classification. The energy information of middle spatial frequency can be get using tree structure wavelet decomposition. Finally the BP neural network model has been used in classification stage.

There are many textures such as woven fabrics having repeating textrons. In order to handle the textural characteristics of images with defects, this dissertation proposes a new method based on two-dimensional wavelet transform. In the method, a new concept of different adaptive wavelet bases is used to match the texture pattern. The 2D-wavelet transform has two different adaptive orthonormal wavelet bases for rows and columns which differ from Daubechies wavelet bases. The orthonormal wavelet bases for rows and columns are generated by genetic algorithm. The experimental result demonstrate the ability of the different adaptive wavelet bases to characterize the texture

and locate the defects in the texture.

This dissertation proposed a multiresolution binomial distribution filter and presents a performance analysis and comparison between the binomial distribution filter and Gabor filter in the space domain and frequency domain. When the scale space constants of the two filters are large enough, the characteristics and performances are almost the same. But when the scale space constants are smaller, the conclusion can be made that the performances of the binomial distribution filter are better than that of Gabor filter. The interpolation and iterated algorithm can be used in the calculation of the binomial filter. The texture image classification experiments are given to verify the effectiveness of the binomial distribution filter.

This dissertation presents a nature texture classification method based on fractal dimension using self-similar texture characterization. For this purpose, we employ eight FD features are based on the original image, the high gray level image, the low gray level image, four directional (0° , 45° , 90° , 135°) gradient image and the multi-fractal dimension of order two. The fractal dimension is estimated with the Modified Box-Counting Method. At last the texture classification is completed with BP neural network. The results are compared with other techniques. We also use wiener filter to improve the performance of our method.

A modified texture image segmentation algorithm is proposed in this paper. Based on the assumption that the observed texture image is the sum of the segmentation image and the irregular corruptive noise, the texture image is modeled by a contaminated Gaussian distribution. Using a multiresolution model, the corresponding parameters at lower

resolution are computed. Then the multiresolution segmentation algorithm first segments texture images at coarse resolution and then progresses to finer resolutions until individual pixels are classified. In addition the use of neighborhood priori information is more reasonable. The method results in accurate segmentations and requires significantly less computation.

In this dissertation, an evolutionary programming-based sampling frequency-sensitive network (SFSN in brief) proposed. The algorithm effectively fuses the powerful parallel search optimization tool EP(evolutionary programming) and SFSN neural network. The proposed method has an advantage of that the optimal solution of architecture and parameters can be get simultaneously. So the classification network can get the optimal number of clusters and the optimal vector quantization. The results of the experiment are given to prove it.

Key Words texture analysis, texture classification, wavelet, neural network, fractal, evolutionary programming

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 纹理图象研究的意义	1
1.2 图象纹理的分析与识别研究的动态	3
1.3 论文研究内容及编排	12
第二章 纹理图象的小波分析与识别	17
2.1 引 言	17
2.2 小波变换与 Mallat 算法	19
2.3 树结构小波分解方法	23
2.4 纹理特征提取	26
2.5 纹理的神经网络分类实验	27
2.6 实验结果	30
第三章 二维自适应异小波基小波变换及其在规则纹理 缺陷检测中的应用	32
3.1 引 言	32
3.2 紧支集正交小波基性质及其构造	33
3.3 遗传算法	38
3.4 二维小波变换与自适应小波基	40
3.5 纹理缺陷检测实验	44
3.6 结 论	48