

基于小波变换和支持向量机的彩色纹理识别

肖淑苹¹, 陈一栋², 杨建雄³

(1 广州工商职业技术学院, 广东 广州 510850; 2 武警杭州指挥学院, 浙江 杭州 310023;

3 中国人民银行榆林中心支行, 陕西 榆林 719000)

摘 要: 为了提高纹理图像的识别率, 提出了一种将颜色信息融入到纹理识别中的新方法——基于小波变换和支持向量机的彩色纹理识别. 首先将彩色纹理图像转化到 HSV 彩色空间, 用小波变换进行树形结构小波分解提取彩色纹理的特征, 然后用 SVM 对不同的特征进行纹理分类识别. 对不同的彩色自然纹理图像进行了实验, 并将结果与已有的进行了比较. 实验结果证明, 此方法的正确识别率比较高.

关键词: 纹理; 彩色空间; 小波变换(WT); 支持向量机(SVM); 纹理识别

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)07-0117-04

Color Texture Recognition Based on Wavelet Transform and Support Vector Machine

XIAO Shu-ping¹, CHEN Yi-dong², YANG Jian-xiong³

(1 Guangzhou Technology & Business College, Guangzhou 510850, China;

2 Hangzhou Command College of CAPF, Hangzhou 310023, China;

3 People's Bank of China Yulin Centra Sub-branch, Yulin 719000, China)

Abstract: A new method, based on wavelet transform and support vector machines (SVM), is proposed for color texture recognition. Convert the RGB color texture image to HSV color model at first, then extract feature on the color texture image on the basis of tree-structured, and then utilizes SVM to classification and recognition the different features respectively. Experiments are conducted on different color texture images. Compared with the other methods, the accurate recognition rate of our method is obviously higher than it.

Key words: texture; color space; wavelet transform(WT); support vector machine (SVM); texture recognition

1 引言

近年来, 彩色纹理图像分析^[1]是一个很有挑战性的课题, 它在计算机视觉、遥感、生物医学等领域有着非常广泛的应用前景. 目前人们多数是针对灰度级纹理图像进行分析研究, 并提出了不少方法, 但在现实彩色自然纹理图像中, 纹理信息是重要的低层特征, 还存在另一重要特征——颜色, 因此, 在小波多尺度时频分析的基础上, 将颜色信息融入到纹理分析中是提高彩色纹理图像识别的有效途径.

在彩色纹理图像分析中, 一类是先进行彩色空

间转换, 将色度与亮度分开, 再在色度与亮度分量上分别提取颜色与纹理特征, 进而将它们进行综合考虑; 另一类是分别从三个光谱波段上提取彩色纹理特征的思想, Caelli 等^[2]提出了使用三个多尺度无向滤波器分别从三个光谱波段上提取彩色纹理特征, 这两种方法都没有考虑不同光谱波段之间的空间相关信息. 以后出现的一些方法试图想要弥补这一缺陷, 如 Hanta-Kasari 等^[3]提出了众所周知的有关多光谱的共生矩阵法, Panjwani 等^[4]提出了使用马尔可夫随机模型提取彩色纹理特征, 但这些方法计算复杂, 对纹理结构规则要求高, 对于分析自然纹理图像很难取得满意的效果. 近年来, Mirmehdi^[5]

提出了在 Luv(Luminance 是亮度,uv 为非线性色差描述量)彩色空间建立多距离、多尺度的塔式纹理描述,并且充分考虑了颜色空间存在的相互影响以及它们所处的空间分布,将图像的颜色信息和纹理信息的空间相关有机结合起来.与以上思想类似,Deng^[6]提出了首先对图像进行颜色量化形成颜色分区图,然后再在颜色空间进行纹理特征提取,尽管存在以上研究,但总的彩色纹理分析的研究仍然很少.

本文提出了一种基于小波变换和支持向量机的彩色纹理识别新方法.该方法首先将彩色图像转化到 HSV 彩色空间,利用小波变换进行树形结构小波分解提取彩色空间的特征,然后用支持向量机进行分类识别.对 20 幅不同的彩色自然纹理图像进行了实验并和文献[1]的结果进行了比较.实验结果证明了该方法的有效性.

2 彩色图像

彩色图像常用 R, G, B 三分量的值来表示,但是 R, G, B 分量之间常有很高的相关性,直接利用这些分量常常不能得到所需的效果.为了降低彩色特征空间中各个特征分量之间的相关性,以及为了使所选的特征空间更方便于彩色图像识别方法的具体应用,实际上常需要将 RGB 图像变换到其他的彩色特征空间中去.在本文中,采用了 HSV 彩色空间.

HSV(色度,饱和度,亮度)空间比较接近人对颜色视觉的感知,其中 V 表示颜色的明暗程度,主要受光源强弱影响, H 表示不同颜色,如黄、红、绿,而 S 表示颜色的深浅,如深红、浅红.注意到 HSV 彩色空间有两个重要的事实作为基础,首先 V 分量与彩色信息无关,其次 H 和 S 分量与人感受彩色的方式紧密相连. HSV 空间比较直观并且符合人的视觉特性,这些特点使得 HSV 彩色空间非常适合基于小波变换和支持向量机的彩色纹理图像识别.由 RGB 到 HSV 的转换公式为

$$\begin{cases} S = 1 - \frac{3}{R+G+B}[\min(R, G, B)] \\ H = \cos^{-1} \left\{ \frac{(R-G) + (R-B)}{2\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \\ R \neq G \text{ 或 } R \neq B, \text{ 若 } B > G, H = (2\pi - H) \\ V = \frac{R+G+B}{3} \end{cases} \quad (1)$$

3 纹理图像的特征提取

本文采用的提取纹理特征值的方法是:用二维树形小波对彩色纹理图像进行三层分解,然后提取第三层分解后图像(共 64 幅)的均值和方差,作为原图像的纹理特征值.这样,对每幅图像我们得到 128 个纹理特征值.将计算得到的特征值按照分类样本顺序依次存入特征库中,以备以后的识别程序使用.

4 支持向量机(SVM)的基本原理

支持向量机 SVM 是根据统计学习理论,将空间中表示的对象分为两类的分类器.能较好地解决小样本、非线性、高维数

和局部极小点等实际问题,在模式识别和信号处理等方面得到了广泛的应用^[7-8].

对于线性可分的二分类问题,其基本思想是在两个类别的样本集之间求一个最优的超平面,将这类分开,并使得两类离超平面的间隔最大.以二维空间为例,如图 1 所示.

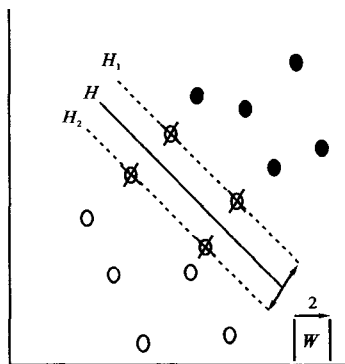


图 1 二维线性可分的情况

图 1 中,用实心点和空心圈分别表示第一类和第二类训练样本, H 是将两类分开的最优超平面. H_1, H_2 与 H 平行. H_1 上的样本是第一类样本到 H 最近距离的点, H_2 上的样本则是第二类样本距 H 最近的点. H_1 和 H_2 上的样本处在隔离带的边缘上(图 1 中差号所示),这些点称为支持向量,由它们决定了分类的隔离带.

SVM 一个重要的优点就是可以处理非线性可分的情况.

非线性可分的基本思想是借助于特征映射方法,将非线性可分的特征向量空间映射到一个高维的新的特征空间,然后利用线性可分的 SVM 进行分类.利用特征映射方法的原理示意图如图 2 所示,其中图 2(a)表示在原特征空间中非线性可分的两

类样本,图 2(b)为经特征映射后在新特征空间中非线性可分的两样本变为线性可分的情况。

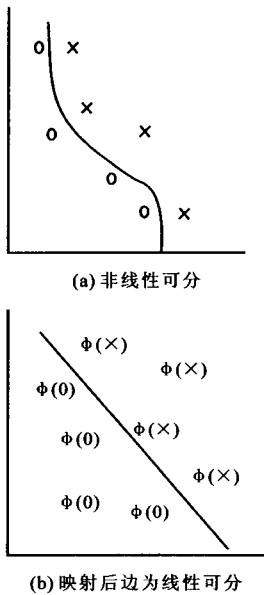


图 2 二维非线性不可分的情况

5 基于小波变换和支持向量机的彩色纹理识别

本文提出的彩色纹理识别方法由两部分组成: (1)训练阶段;(2)测试阶段。

5.1 训练阶段

训练阶段的步骤如图 3 所示. 在训练阶段, 首先将一组已知训练样本转换为 HSV 彩色空间, 然后用 WT 进行树形小波分解, 这样就从小波分解子图像中提取出均值和方差, 并存储在特征库中。



图 3 训练阶段

5.2 测试阶段

测试阶段的步骤如图 4 所示. 首先将一组测试样本转化为 HSV 彩色空间, 用 WT 进行分解. 从分解图像中提取出与训练阶段相似的一组特征. 然后用支持向量机进行分类。

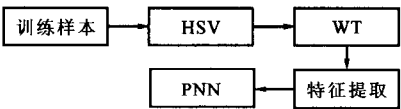


图 4 测试阶段

在使用 SVM 进行分类识别时, 本文采用“一类对余类”的分类策略, 即每次将一类和其余类分开。

在分类器的参数选择上, 选择径向基核函数。

6 彩色纹理识别实验及结果分析

6.1 实验评估方法

我们采用两个指标来评价分类结果: 查准率和查全率。

查准率是系统识别正确的纹理数与系统识别出的所有纹理数的比值, 其数学公式为

查准率 = 分类正确的纹理数 / 实际分出的纹理数。

查全率是系统识别正确的纹理数与人工分类结果中的纹理数的比值, 其数学公式为

查全率 = 分类正确的纹理数 / 样本中应有的纹理数。

对彩色自然纹理图像进行分类和识别. 根据自然语言中一些描述纹理的概念词将彩色自然纹理分为 9 大类: 鱼鳞、颗粒、斑纹、裂纹、条纹、绒毛、波纹、木纹和花纹, 不属于以上任何一类的统称为乱纹。

本文选用的训练样本库中共有 360 幅(每类纹理 40 幅)图像, 测试样本库中共有 180 幅(每类 20 幅)图像. 提取第三层分解后图像(共 64 幅)的均值和方差, 作为原图像的特征值. 这样, 对每幅图像得到 128 个纹理特征值. 将计算得到的

特征值按照分类样本顺序依次存入特征库中, 以备以后的识别程序使用。

6.2 实验结果分析

对实验中的彩色自然纹理图像, 利用小波变换得到特征参数, 用 SVM 进行分类识别. 训练时, 每类纹理图像的正例为训练样本集中相应类的样本, 反例为训练集中其它类的样本(包括乱纹). 测试时, 测试样本为所有类的 280 幅纹理图像. 为了验证本文方法的有效性, 将本文的结果和文献[1]中的结果进行了比较, 具体的实验识别结果如表 1 所示。

表 1 本文方法和文献[1]进行纹理识别的实验结果

		鱼鳞	颗粒	裂纹	斑纹	条纹	绒毛	波纹	木纹	花纹
文献[1]	查准率/%	83.33	84.62	93.75	90.91	82.35	85.71	91.67	91.91	72.73
	查全率/%	50.00	65.00	75.00	50.00	70.00	60.00	55.00	50.00	40.00
本文方法	查准率/%	89.14	86.54	94.25	93.22	87.35	89.24	93.17	93.13	80.10
	查全率/%	52.33	67.91	78.17	55.34	75.21	62.51	60.36	56.79	48.22

从识别结果来看, 用支持向量机识别纹理时, 将颜色信息融入到纹理图像识别中, 查准率和查全率

均比文献[1]要高的多,所以本文方法比文献[1]的方法更适合应用于实际的纹理识别。

7 结束语

本文提出了一种将颜色信息融合到纹理分析中的纹理识别算法——基于小波变换和 SVM 的彩色纹理识别。对不同的彩色自然纹理图像进行了实验,并和文献[1]的结果进行了比较。实验结果证明了该方法的有效性。

参考文献:

- [1] 刘浩一,刘明霞,孟祥增.自然纹理分类和识别方法初探[J]. 微电子学与计算机, 2006,23(8):153-155.
- [2] Caelli T, Reye D. On the classification of image regions by color texture and shape[J]. Pattern Recognition, 1993,26(4):461-470.
- [3] Hauta-Kasari M, Parkkinen J, Jaaskelainen T, et al. Generalized co-occurrence matrix for multispectral texture analysis[C]//Proc. Of the 13th Int. Conf. On pattern Recognition. Uienra, 1996:785-789.

- [4] Panjwani D K, Healey G. Markov random field models for unsupervised segmentation of textured color images[J]. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995,17(10):939-954.
- [5] Mirmehdi M, Petrou M. Segmentation of color textures[J]. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(2):142-159.
- [6] Deng Y. Unsupervised segmentation of color texture regions in images and video[J]. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001,23(8):800-810.
- [7] 徐海洋,夏学知,陈炜,等.基于支持向量机方法的噪声图像分割[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(11):14-16.
- [8] 单莘,朱永宣,郭军.基于支持向量机的网络告警预测知识发现[J]. 微电子学与计算机, 2007,24(6):35-37.

作者简介:

肖淑苹 女,(1982-),硕士,教师.研究方向为智能信息处理.

陈一栋 男,(1982-),硕士.研究方向为数据挖掘、人工智能.

杨建雄 男,(1981-),硕士.研究方向为人工智能.

(上接第 116 页)

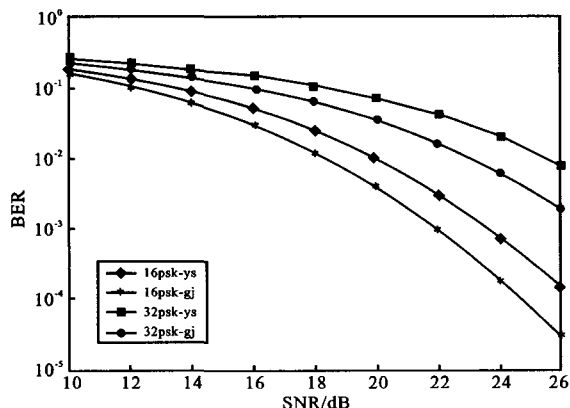


图2 本文所提方案与文献[3]中的性能图比较

6 结束语

本文通过改进准正交空时码元的调制办法,以来增大其码元距离,以达到提高编码增益的目的。通过仿真表明,所提方案与原始方案相比,在 $M \geq 16$ 时,误码性能有较好的提高。

参考文献:

- [1] 李膺东,朱光喜.基于分布式 MIMO 的分层快速天线选择算法[J]. 微电子学与计算机, 2009,26(6):246-249.

- [2] 郭磊,朱光喜,梁学俊.一种多用户天线组选择辅助的 MIMO-OFDM 新型子载波分配算法[J]. 微电子学与计算机, 2008,25(2):168-171.
- [3] Hughes B L. Differential space-time modulation[J]. IEEE Trans., 2000, IT-46(7):2567-2578.
- [4] Tarokh V, Jafarkhani H. A differential detection scheme for transmit diversity[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 2000,18(7):1169-1174.
- [5] Chau Yuen, Yong Liang Guan. Differential transmit diversity based on quasi-orthogonal space-time block code[J]. IEEE Communications Society Globecom, 2004(1):545-549.
- [6] Jafarkhani H. A quasi-orthogonal space-time block code[J]. IEEE Trans. on Comms, 2001,49(1):1-4.

作者简介:

邓冬虎 男,(1986-),硕士研究生.研究方向为 MIMO 系统空时编码技术.

李宏伟 男,(1966-),副教授,硕士生导师.研究方向为移动通信技术.

朱仁飞 男,(1986-),硕士研究生.研究方向为雷达信号处理.

于涛 男,(1981-),硕士研究生.研究方向为电子与信息对抗.