

基于图像处理和 SVM 探索木材与树皮的新识别参数

周 熊¹, 多化琼^{1*}, 王振柱¹, 任 拓²

(1. 内蒙古农业大学 材料科学与艺术设计学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 国电联合动力, 江苏 连云港 222069)

摘 要:木材工业生产中,需将树皮和木材分离,进而提高木材的使用效率。运用木材和树皮的 5 个特征参数和数字图像处理技术对榆木(光秃大果榆 *Ulmus macrocarpa* var. *glabra*)、柳木(杞柳 *Salix integra*)和松木(樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica*)的木材与树皮图像进行分类识别,其中均方差比是本文提出的识别参数。通过对图片进行数字图像处理,得出参数的最大值和最小值,利用多项式函数和非线性函数对木材和树皮识别,再对参数进行评估,筛选出最佳参数。结果表明,参数均方差比识别率最高分别达到 97.7% 和 94.7%,且多项式函数的识别效果高于非线性函数的识别效果。

关键词:图像识别;特征参数;核函数

中图分类号:S781.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2014)05-0199-04

New Recognition Parameters of Wood and Bark Rate Based on Image Processing and the SVM

ZHOU Xiong¹, DUO Hua-qiong^{1*}, WANG Zhen-zhu¹, REN Tuo²

(1. Department of Material Science and Art Design, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China;

2. Department of Technical, United Power Limited Company, Lianyungang, Jiangsu 222069, China)

Abstract: In the industrial production of wood, bark and wood must be separated in order to improving the efficiency of the use of wood. In this paper, five characteristic parameters of wood and bark and digital image processing technology were used to recognize wood and bark of the elm, willow, and Pine. The mean square error ratio was selected as the identification parameter. The maximum and minimum values of the parameter were obtained by processing the images digitally. Wood and bark were recognized by using the polynomial function (PF) and a nonlinear function (NLF). Parameters obtained were evaluated to select the best parameters. The results showed that by using mean square error as parameter, highest rates of recognition were achieved: 97% (PF) and 94.7% (NLF).

Key words: image recognition; characteristic parameter; kernel function

随着我国经济发展的加速,对于原材料利用率和产品质量有了更高的要求。将树皮从木材中识别分离有助于提高木材的利用率。目前国内在树皮和木材的识别分类处理方向的相关研究还处于起始阶段,更多的研究是关于图像处理对于木材美化,木材缺陷等方面的识别作用^[1]。在其他行业中张洪礼、赵培培^[2]利用支持向量机(Support Vector Machine,简称 SVM)的偏置判别方法预测 microRNA

靶基因,魏蕾^[3]基于图像处理和 SVM 的植物叶片分类研究。当前国内利用图像处理、SVM 在基因检测分类识别^[4-5]和股票的预测^[6]等方面也具有很深的研究。在国外图像处理和 SVM 2 种技术在很多领域都有运用,在木材和树皮的识别处理的方向也有一定的研究^[7]。但都未见到识别参数均方差比。本研究提出了新识别参数均方差比,并利用图像处理和 SVM 在木材和树皮的识别方向上,将二者结

收稿日期:2013-12-22 修回日期:2014-02-15

基金项目:国家自然科学基金项目(30960303);内蒙古自治区自然科学基金项目(2013MS0529)。

作者简介:周熊,男,硕士,研究方向:图像处理技术在木材科学中的应用。E-mail:443732308@qq.com

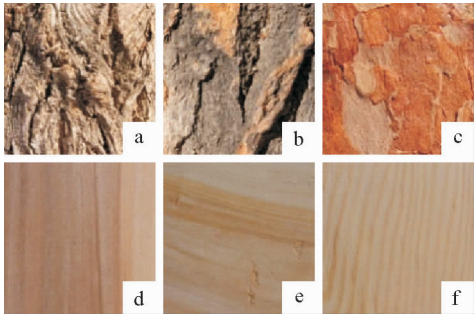
* 通信作者:多化琼,女,教授,研究方向:材料科学与艺术设计。E-mail:duohuaqiong@163.com

合用来对木材和树皮进行识别。

1 材料与方法

1.1 试验材料和仪器

通过锯切打磨等工艺程序制作了柳木、榆木和松木约 3 000 个试验木质和树皮式样(图 1)。



注:a. 榆木树皮;b. 柳木树皮;c. 松木树皮;d. 榆木木材;e. 柳木木材;f. 松木木材。

图 1 试验树皮和木质样品

Fig. 1 Samples of bark and wood

在制作的大量样品中,本研究从中选取柳木、榆木、松木木材和树皮样本各 150 个,总计 900 个。

图像采集过程是利用一台 DSLR A900 高清数码相机,一个三脚架和纯绿色背景布,可以使样品照片中的纹理更加突出。多个居室 100 W 的普通型白炽灯和 2 个散光灯布置在照相室可以从不同的空间结构和角度提供理想的照明^[8],尽可能避免式样照片出现阴影和暗斑。照相机得出的照片保存为标准识别图像。

图像信息的采集是利用 MATLAB2010 编辑程序输入计算机获得,图像在进行信息采集前要进行细节上的降噪^[9-10]和边缘处理^[11]。

1.2 特征参数

将试验样品所得的彩色图像利用 Photoshop 剪切成 640 × 640 并转化成灰度图像进行视觉检测^[12-13]。通过对图像的初步检测发现,木材的图像比树皮明显要亮,树皮和木材之间存在一个亮度差异。亮度在木材和树皮之间存在较大差异,亮度梯度角是亮度参数的进一步细分。同时在局部的图像属性中,平均方差和均方误差等都是比较容易计算的统计参数。本文使用的识别参数有亮度方差、角度方差、角度 MSE 和亮度 MSE^[14],同时提出了新识别参数为均方差比。

亮度方差定义如下,是目标上的一个亮度变异测量。由于木材有大量的纹理,这就将导致大量的变异。

$$\text{亮度方差} = \frac{\sum_j^n \sum_k^n (I_{j,k} - \bar{I})^2}{n}$$

(1)

式中, j 是图像中像素的 x 位置, k 是图像中像

素的 y 位置, n 是目标像素的总数, $I_{j,k}$ 像素在位置 (j,k) 的灰度亮度, \bar{I} 为平均亮度。

亮度 MSE 由式(2)定义,它是提供亮度方差的局部变异。

$$\text{亮度 MSE} = \frac{\sum_j^n \sum_k^n (I_{j,k} - I_{est})^2}{n}$$

(2)

式中, I_{est} 是局部亮度平均值。

角度 MSE 利用式(3)得出。它表明了亮度梯度角的局部变异。这个测量值因树皮没有规则纹理结构而比较高。

$$\text{角度 MSE} = \frac{\sum_j^n \sum_k^n (\alpha_{j,k} - \alpha_{est})^2}{n}$$

(3)

式中, α_{est} 是亮度梯度角。

通过试验样品图像纹理信息的考察,发现树皮具有结构不均一,角度缭乱,可能具有很高的角度变异,所以我们设定参数角度方差来考察。

$$\text{角度方差} = \frac{\sum_j^n \sum_k^n (\alpha_{j,k} - \bar{\alpha})^2}{n}$$

(4)

式中, $\bar{\alpha}$ 是最大亮度梯度角。

利用参数亮度 MSE 和角度 MSE 的比值数据分析,发现新的参数为均方差比。

$$\text{均方差比} = \frac{\text{亮度 MSE}}{\text{角度 MSE}}$$

(5)

利用参数建立 MATLAB 图像数据提取模型^[15-16],进行数据提取。

1.3 SVM 识别原理及核函数

SVM 是一种常用的统计学工具,它能够在经验风险固定的前提下将结构风险降低到最少值。原理是将低维空间中的点映射到高维空间中,使它们变得线性可分离,再利用线性原理来判定分类边界^[17]。本试验运用到 SVM-training 算法,其工作原理如图 2。其中 SVMA 是学习机,SVMB 为训练机,应用支持向量机解决问题的时候,核函数及其相关参数的选择对结果好坏起着至关重要的作用,直接影响机器学习的分类性能。只有选择合适的核函数及其参数,才能得到具有良好推广能力的 SVM 分类器。本文采用多项式核函数^[18-19]和 Sigmoid 非线性核函数^[10],对特征参数识别效率进行验证。

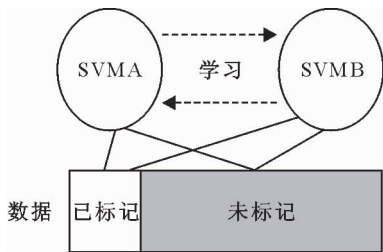


图 2 算法工作原理

Fig. 2 Working principle of algorithm

2 结果与分析

2.1 数据分析

利用 MATLAB 编辑程序对图像处理,得到数据信息(表 1)。

木材和树皮图像参数的最大值和最小值之间的范围定义了图像的性质,当木材和树皮之间最大值和最小值差距越大,识别率越高。数据之间的重叠越高识别率越低。

从表 1 的试验数据可以看出,亮度方差识别试

验时可能具有相对于其他参数更高的识别率。角度 MSE 和角度方差的数据重叠度比较高,识别率可能较低。均方差比的数据具有明显的分离效果,木材和树皮之间的数据几乎没有重叠,可能具有很好的识别效果。

2.2 识别率分析

利用 SVM 多项式和 Sigmoid 函数进行识别率测试,分别测试出各个参数对于各种木材和树皮的识别率,进而决定最优参数(表 2)。

表 1 图片识别参数的最大值和最小值

Table 1 The maximum and minimum values of recognition parameters

| 树种 | | | 参数 | | | | |
|----|----|---------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------|
| | | | 亮度方差 | 亮度 MSE | 角度 MSE | 角度方差 | 均方差比 |
| 榆木 | 树皮 | 最大值/最小值 | 4 565.9/1 662.3 | 325.3/100.4 | 2 322.5/1 498.3 | 3 350.6/2 114.6 | 35.5/8.6 |
| | 木质 | 最大值/最小值 | 1 038.8/86.8 | 111.4/24.2 | 3 135.7/1 456.1 | 3 910.1/1 860.7 | 99.1/43.0 |
| 柳木 | 树皮 | 最大值/最小值 | 3 087.8/708.0 | 297.6/13.8 | 2 297.5/1 018.2 | 3 453.9/2 332.5 | 19.6/6.9 |
| | 木质 | 最大值/最小值 | 591.7/66.2 | 157.1/20.7 | 3 575.8/1 247.4 | 4 562.7/1 524.9 | 89.7/29.3 |
| 松木 | 树皮 | 最大值/最小值 | 2 025.3/398.6 | 229.6/31.6 | 2 523.3/1 861.9 | 3 287.5/2 536.1 | 32.6/11.7 |
| | 木质 | 最大值/最小值 | 218.4/28.8 | 44.8/12.9 | 3 126.7/798.3 | 4 505.4/1 200.2 | 155.7/50.4 |
| 综合 | 树皮 | 最大值/最小值 | 3 226.3/922.9 | 284.0/48.6 | 2 381.1/1 459.6 | 3 364.0/2 327.7 | 29.2/9.0 |
| | 木质 | 最大值/最小值 | 616.3/60.6 | 104.4/19.2 | 3 279.4/1 167.2 | 4 326.0/1 534.6 | 114.8/40.9 |

表 2 树皮和木材利用多项式函数和 Sigmoid 函数在单参数条件下的识别率

Table 2 Recognition rates of bark and wood by using polynomial function and Sigmoid function under the condition of single parameter

| 识别参数 | 木材类型 | 多项式函数 | | | Sigmoid 函数 | | |
|--------|------|-------|------|------|------------|-------|------|
| | | 树皮 | 木材 | 总体 | 树皮 | 木材 | 总体 |
| 亮度方差 | 松木 | 100 | 100 | 100 | 100.0 | 93.2 | 97.5 |
| | 柳木 | 98.6 | 99.3 | 99.0 | 96.0 | 97.1 | 96.5 |
| | 榆木 | 100 | 99.3 | 99.6 | 98.6 | 99.3 | 99.0 |
| | 组合 | 96.0 | 97.5 | 97.2 | 93.5 | 84.9 | 89.2 |
| 亮度 MSE | 松木 | 99.3 | 98.6 | 99.0 | 68.5 | 15.3 | 37.1 |
| | 柳木 | 80.0 | 76.6 | 79.0 | 96.0 | 100.0 | 98.0 |
| | 榆木 | 100 | 98.6 | 99.3 | 80.0 | 76.6 | 79.0 |
| | 组合 | 88.6 | 86.8 | 87.8 | 68.5 | 15.3 | 37.1 |
| 角度 MSE | 松木 | 100 | 66.7 | 83.0 | 84.0 | 80.0 | 82.0 |
| | 柳木 | 100 | 76.7 | 88.6 | 100.0 | 98.6 | 99.3 |
| | 榆木 | 76.4 | 54.7 | 45.6 | 100.0 | 66.7 | 88.3 |
| | 组合 | 85.3 | 74.4 | 80.0 | 90.2 | 85.5 | 88.1 |
| 角度方差 | 松木 | 100 | 40.6 | 76.0 | 96.0 | 82.6 | 89.3 |
| | 柳木 | 81.3 | 24.6 | 53.3 | 78.6 | 75.3 | 77.0 |
| | 榆木 | 98.6 | 71.3 | 85.3 | 81.3 | 24.6 | 53.3 |
| | 组合 | 90.3 | 56.4 | 70.2 | 87.3 | 79.5 | 83.5 |
| 均方差比 | 松木 | 98.0 | 96.5 | 97.0 | 100.0 | 93.3 | 96.7 |
| | 柳木 | 100.0 | 94.1 | 95.6 | 98.6 | 86.0 | 89.0 |
| | 榆木 | 99.0 | 98.0 | 98.5 | 100.0 | 97.6 | 99.2 |
| | 组合 | 98.2 | 97.3 | 97.7 | 96.5 | 92.3 | 94.7 |

识别率以组合的识别效果为准,组合的识别效果高的参数识别效果高于组合识别率低的,单参数的总体识别率介于树皮和木材之间。

从表 2 中可以看出,亮度方差和均方差比具有

很好的识别率,同时与表 1 中通过图像数据得出的预测相吻合。其中均方差比利用多项式函数和 Sigmoid 函数得出的识别准确率都高于亮度变异,说明均方差比相对于亮度方差具有更优的识别效率。

3 结论

试验发现树皮可以通过利用灰度图像纹理识别参数的数字图像处理手段成功的从木材中识别分离出来。通过参数分析图像数据,发现均方差比具有最佳的识别效果,在利用 SVM 多项式函数和 Sigmoid 函数对树皮和木材总体识别率分别达到 97.7%和 94.7%。并且发现利用 SVM 多项式函数识别树皮和木材相对于 Sigmoid 函数具有更好的效果。

参考文献:

[1] 牟洪波. 基于 BP 和 RBF 神经网络的木材缺陷检测研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.

[2] 赵培培. 支持向量机预测 miRNA 靶基因数据不平衡问题的研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2012.

[3] 魏蕾. 基于图像处理和 SVM 的植物叶片分类研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2012.

[4] 王晶,周旷. 基于支持向量机的肿瘤基因识别[J]. 计算机与数字工程,2011,39(9):3-6.

WANG J, ZHOU K. Tumor gene identification based on support vector machine [J]. Computer & Digital Engineering, 2011, 39(9):3-6. (in Chinese)

[5] 多化琼,王喜明,王悦东. 利用傅立叶变换研究闽楠木材纤维细胞尺寸[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(3): 159-162.
DUO H Q, WANG X M, WANG Y D. Analysis of the fiber size in *Phoebe bournei* using fourier transformation [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(3): 159-162. (in Chinese)

[6] 王莎. BP 神经网络在股票预测中的应用研究[D]. 长沙:中南大学,2008.

[7] GU Y H, HENRIK A, RAUL V. Wood defect classification based on image analysis and support vector machines [J]. Wood Science and Technology, 2010,44(4):693-704.

[8] 马文杰. 烟叶图像采集技术规范与烤烟收购质量分级特征研究[D]. 武汉:华中农业大学,2007.

[9] 王亚,吕新华,王海峰. 一种改进的小波阈值降噪方法及 Matlab 实现[J]. 微计算机信息杂志,2006,22(6):259-261.
WANG Y, LV X H, WANG H F. An improved method of de-noising via wavelet threshold and its implementation based on matlab [J]. Control & Automation, 2006, 22(6): 259-261. (in Chinese)

[10] 陈守水. 基于偏微分方程的图像降噪及质量评价研究[D]. 上海:上海交通大学,2008.

[11] 蒋爱花;邢济收. 图像边缘处理技术[J]. 科学技术与工程, 2005,5(5):298-300,312.
JIANG A H, XING J S. Summarization of the technology on image edge [J]. Science Technology and Engineering, 2005, 5(5): 298-300, 312. (in Chinese)

[12] 王亚超,薛河儒,多化琼. 基于 9/7 小波变换的木材纹理频域特征研究[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):225-228.
WANG Y C, XUE H R, DUO H Q. Frequency feature extraction and analysis of wood texture based on the 9/7 wavelet transforms [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27(1): 225-228. (in Chinese)

[13] 刘兴,刘庆祥. 一种彩色图像转换为灰度图像的算法[J]. 现代电子技术,2007,30(6):134-136.

LIU X, LIU Q X. A translation arithmetic from color image to grey image [J]. Modern Electronics Technique, 2007, 30(6): 134-135, 138. (in Chinese)

[14] BUCUR V. Techniques for high resolution imaging of wood structure: a review[J]. Measurement Science and Technology, 2003,14(12):91-98.

[15] 张因,邢彦梅,何巧. 基于 MATLAB 数据采集系统的设计与实现[J]. 电声技术,2010, 34(9):37-39.
ZHANG Y, XING Y M, HE Q. Design and realization of MATLAB in data acquisition system [J]. Audio Engineering, 2010, 34(9): 37-39. (in Chinese)

[16] 高崇明,邵美珍,张辉. VC++6.0 与 MATLAB 混合编程技术的原理与实现[J]. 无线电工程,2000, 30(2):53-56.

[17] 邹书跃;余杰;樊晓平. 基于改进 SVM 协作训练的入侵检测方法[J]. 计算机应用,2011,31(12):3337-3339.
WU S Y, YU J, FAN X P. Improved SVM co-training based intrusion detection [J]. Journal of Computer Applications, 2011, 31(12): 3337-3339. (in Chinese)

[18] 左森,郭晓松,万敬,等. 多项式核函数 SVM 快速分类算法[J]. 计算机工程,2007,33(6):27-29, 32.
ZUO S, GUO X S, WAN J, *et al.* Fast classification algorithm for polynomial kernel support vector machines [J]. Computer Engineering, 2007, 33(6): 27-29, 32. (in Chinese)

[19] 周永权. 多项式函数型回归神经网络模型及应用[J]. 计算机学报,2003,26(9):1196-1200.
ZHOU Y Q. Polynomial function recurrent neural networks model and apply [J]. Chinese Journal of Computers, 2003, 26(9): 1196-1200. (in Chinese)

[20] 谭咏梅,姚天顺,陈晴,等. 基于 SVM+Sigmoid 的汉语组块识别[J]. 计算机科学,2004,31(8):142-146.
TAN Y M, YAO T S, CHEN Q, *et al.* Support vector machines plus sigmoid based Chinese chunk recognition [J]. Computer Science, 2004, 31(8): 142-146. (in Chinese)

(上接第 194 页)

[4] LARS BACH. Structural board of cereal straw[P]. Canada,CA 2211472 A1,1-11.

[5] 花军. 麦秆刨花板加工工艺理论的研究[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2000.

[6] 李凯夫,李敏,宋西安,等. 麦草特性与制板工艺的研究[J]林产工业,1990, 27(1): 30-35.

[7] 华冬. 麦秸刨花形态对麦秸板成品基本性能的影响研究[J]. 建筑人造板,2001,14(2):32-33.
HUA D. Influence of the wheat straw particleshape on properties of wheat straw particleboard[J]. Research & Application of Building Materials,2001,(2):32-33. (in Chinese).

[8] LY/T 2141:定向结构麦秸板[S]. 2013.

[9] GB/T 17657:人造板及饰面人造板理化性能试验方法[S]. 1999.

[10] 吴章康,周定国,张宏健. 木质人造板剖面密度分布的意义与研究进展[J]. 木材工业,2001,15(4):3-5.
WU Z K,ZHOU D G, ZHANG H J. Review on studies for vertical density profile of wood composites[J]. China Wood Industry,2001,15(4):3-5. (in Chinese)

[11] MALONEY T M. Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing[M]. Miller Freeman Publications: San Francisco,CA,1977:91-92.

[12] 谭守侠,周定国. 木材工业手册[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

[13] 周定国. 提高刨花板静曲强度的新途径[J]. 吉林林业科技, 1983,12(6):25-31.

[14] 尹子康. 刨花形态对定向刨花板直交性能的影响[J]. 国外林业,1991,18(4):36-39.

[15] 周定国. 异氰酸酯定向结构板试验[J]. 林业科技开发,1989,3(4):47-49.