

基于管孔特征的木材树种图像识别 * Wood Identification Based on Pore Feature by Digital Image Processing

谢沛宏¹, 陈 华¹, 徐 峰², 陈桂丹²

XIE Pei-hong¹, CHEN Hua¹, XU Feng², CHEN Gui-dan²

(1. 广西大学计算机与电子信息学院, 广西南宁 530004; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

(1. School of Computer and Electronics and Information, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Forestry College of Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:选取管孔的面积和周长作为基本特征,构造与之相关的10项特征,采用数字图像处理的方法和最小差值判别法,在MATLAB环境下对白桦、西南桦、水曲柳及柞木等4种阔叶树材的30幅显微图像进行处理和识别。结果26幅图像被正确识别,正确率为86.7%,识别效果良好。

关键词:树种识别 管孔 图像处理 最小差值判别法

中图分类号:TP391.4, S781.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2011)04-0323-03

Abstract: Based on the digital image processing and the 10 selected features that are related to area and perimeter of the pores, 30 microscopic images of white birch, alder birch, Manchurian ash and oak are processed and identified by Discriminance of Minimal Difference of Parameters (DMDP) in MATLAB. The result showed that 26 images are correctly identified with 86.7% accuracy and the method can be effectively used in wood identification.

Key words: wood identification, pore, digital image processing, DMDP

采用图像处理进行树种识别的研究,国内外已经取得一定的成果。1974年Morse编制了IDENT4的识别程序,这是国外最早利用计算机图像识别木材^[1]。1988年杨家驹等^[2]最早在国内采用微机进行木材图像识别,研究了微机辅助国产木材识别系统。2004年刘镇波等^[3]基于最大相似原理,运用最小差值差数判别法、树种综合特征闭值法、综合加权相似法三种方法计算待判别树种与已知树种的相似系数并进行树种识别。2007年高洁^[4]选取木材细胞周长、面积、圆形成度等三个特征,采用最小差值判别法识别材种。2008年陈丰农^[5]

利用导管特征来识别树种,研究通过特征量化实现单一特征木材识别的可能性。

管孔是木材构造中面积最大的组织,为阔叶材所特有。不同类型树种,管孔大小不同^[6]。本文基于数字图像处理的方法,选取阔叶树木材管孔的面积和周长作为基本特征,采用最小差值判别法^[3],在Matlab R2010b环境下,对白桦、西南桦、水曲柳、柞木等4种阔叶树木材的显微图像进行处理和识别,获得良好的实验效果。

1 特征选取及特征数据库建立

管孔是阔叶材所特有的构造,是导管在横切面上的名称。不同类型的阔叶树种,管孔大小不同^[6]。管孔的大小、分布、排列、及其内含物等特征是识别阔叶材的重要依据。其中管孔的大小明显,易于识别。以反映管孔大小的管孔面积和周长作为基本特

收稿日期:2010-08-17

作者简介:陈 华(1958-),男,教授,主要从事数字图像处理与光电成像技术方面的研究。

* 广西人才培养模式创新实验区建设项目(桂教高教[2008]20号),广西大学高等教育教学改革工程“十一五”第三批立项项目(西大评估字[2007]13号)资助。

表1 特征数据库中4种树种特征值*

树种	最大面积	最小面积	面积差	平均面积	最大周长	最小周长	周长差	平均周长	平均圆度	导管分布密度
白桦	4960.00	536.40	4423.60	2361.57	315.63	89.22	226.40	189.87	0.785	0.202
西南桦	14662.37	1836.62	12825.75	6162.66	610.35	173.77	436.58	338.34	0.650	0.103
水曲柳	27189.00	5724.71	21464.28	16200.37	635.16	309.11	326.04	486.14	0.803	0.149
柞木	40076.83	6437.33	33639.50	23785.89	800.49	386.54	413.94	606.83	0.735	0.160

*表中特征值均以像素为单位。

征,由此构造10项特征:最大面积、最小面积、最大面积与最小面积的差、平均面积、最大周长、最小周长、最大周长与最小周长的差、平均周长、圆形的平均值、导管的分布密度。并选取白桦、西南桦、水曲柳和柞木等4种阔叶材树种,以此10项特征构建特征数据库。

采用最小差值判别法,计算上述4种已知树种的10个特征值,并存于特征数据库中。在计算特征值时,选取该4种树种样本的横切面显微图像,其中:10幅白桦图像、7幅西南桦图像、7幅水曲柳图像、6幅柞木图像,共计30幅。每幅均为显微镜下40倍放大图像,尺寸为1280×1024像素。在Matlab环境下对这些图像进行预处理及特征提取,得出每幅图像的10个特征值(表1),并求出平均值作为判别标准存放于特征库中。

2 图像识别

采用图像处理技术对选取的4种树种的显微图像进行处理和识别。

2.1 树种识别流程

本文未知树种的识别流程为:木材横切面彩色显微图像→图像预处理→特征提取→特征库比对判别→结束。首先对未知树种木材横切面彩色显微图像进行灰度化处理,并对灰度图像进行阈值分割,得到管孔为白色、其余部分为黑色的二值化图像;提取管孔面积和周长两个基本特征,并构造与之相关的10个特征;之后将未知树种的10个特征值与特征库中已知树种的特征值进行比对,依据最小差值判别法,进行图像判别,进而识别出未知树种。

2.2 图像预处理

依次对木材横切面的彩色显微图像进行灰度化处理、二值化、去除噪声等处理。对白桦横切面彩色显微图像(图1a)进行灰度处理得到灰度图(图1b),然后以0.8为阈值进行二值化,得到二值化图像(图1c),最后通过形态学的方法去除噪声,得到只保留有管孔的二值化图像(图1d),供下一步特征提取用。

2.3 特征提取与树种判别

对图像进行预处理后,提取该图像中管孔面积和周长两个基本特征,计算其特征值,进而计算出其各项特征。

从4种树种的显微图像中任意选出一幅,提取并计算出未知树种各项特征值(表2)。

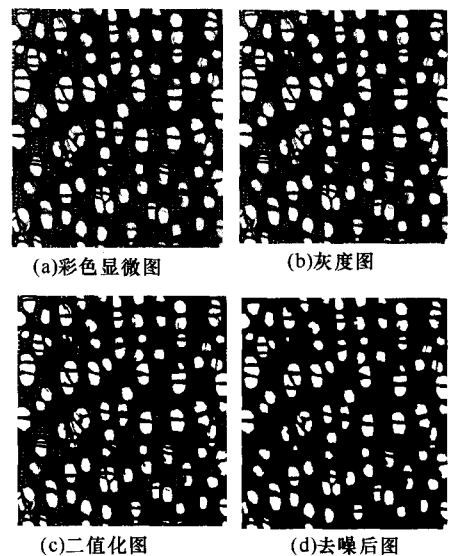


图1 白桦横切面彩色显微图像的预处理

表2 树种特征值

特征	未知树种
最大面积	4010
最小面积	408
面积差	3602
平均面积	2155.45
最大周长	273.62
最小周长	76.48
周长差	197.13
平均周长	180.49
平均圆度	0.801
导管分布密度	0.203

依据最小差值判别法,将未知树种特征值与特征库中四种树种特征值依次相减并取绝对值(表3)。将表3中每一列的4个值进行比较,令最小值为1,其余值设为0,得到集合A。

表 3 树种特征值之差的绝对值

树种	最大面积	最小面积	面积差	平均面积	最大周长	最小周长	周长差	平均周长	平均圆度	导管分布密度
未知树种—白桦	950.00	128.40	821.60	206.12	42.00	12.74	29.26	9.37	0.016	0.0017
未知树种—西南桦	10652.37	1428.62	9223.75	4007.21	336.73	97.28	239.44	157.84	0.140	0.1005
未知树种—水曲柳	23179.00	23179.00	17862.28	14044.92	361.54	232.63	128.91	305.64	0.002	0.0500
未知树种—柞木	36066.83	6029.33	30037.50	21630.44	526.87	310.06	216.81	426.34	0.065	0.0380

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

对矩阵 A 按行求和,得到集合 R:

$$R = |9 \ 0 \ 1 \ 0|^T$$

第一行求和为 9,数值最大,所对应的树种为第一种树种,即白桦,因此可以判定该未知树种为白桦。

2.4 影响识别的因素

对 4 种树种的 30 幅图像进行识别测试实验,结果:10 幅白桦图像和 7 幅西南桦图像全部被正确识别;7 幅水曲柳图像中有 1 幅被错判为西南桦,1 幅被错判为柞木,其余正确;6 幅柞木图像中有 2 幅被错判为水曲柳,其余正确。30 幅图像中正确识别 26 幅,正确率为 86.7%。其中 7 幅水曲柳图像识别过程中的特征判别情况如表 4 所示。

表 4 水曲柳特征判别情况

第 x 幅	最大面积	最小面积	面积差	平均面积	最大周长	最小周长	周长差	平均周长	平均圆度	导管分布密度	正确判别特征数
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	4
2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6
3	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	3
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	8
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8
6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	6

表 4 中每一行表示一幅图像识别过程中 10 个特征的判别情况,特征值若为 1,表示将该特征判别为水曲柳的特征,即判别正确;若为 0,表示将该特征判别为其他树种的特征,即判别错误。从表 4 中可以看出 7 幅图像中有 4 幅图像的“最大周长”被错判,5 幅图像的“导管分布密度”被错判。相比之下,表 1 中西南桦和水曲柳的“最大周长”分别为 610.35 和 635.16,相差很小;水曲柳和柞木的“导管分布密度”分别为 0.149 和 0.16,相差很小。使用最小差值判别法,对于相似的特征(特征值相近)容易出现错判。由于对图像的正确识别依赖于对特征的正确判别,因此特征错判过多会导致图像识别错

误。表 4 中的第 1 幅和第 3 幅图像被错误判别的特征较多,分别被错误识别为西南桦和柞木。

不同树木不可避免的会有相似的特征,为了消除错判相似特征对树种识别的影响,可以考虑对算法进行改进:未知树种与数据库中已知树种的特征值依次相减并取绝对值后,如果某几个值均很小,则不考虑哪一个最小而令这几个值均为 1,继续通过比较其他特征值来完成识别,这样就可以在不同树种之间存在相似特征时,通过差别较大的特征区分树种,消除了错判相似特征对识别结果的影响。

用相同的方法,分别对白桦、西南桦、柞木进行分析,发现对基本特征的选取,会对识别正确率造成影响。白桦、西南桦、水曲柳和柞木这 3 类树种(把水曲柳和柞木归为同一类)管孔的面积和周长区别较明显,通过这两个特征可以准确区分出这 3 类树种,因此白桦、西南桦的识别正确率高;柞木和水曲柳由于管孔面积和周长非常接近容易被互相错判。因此多选择各种基本特征进行判别,是有效的方法。

3 结束语

本文选取管孔的面积和周长作为基本特征,构造与之相关的 10 项特征,采用最小差值判别算法,对白桦、西南桦、水曲柳及柞木等 4 种阔叶木材显微图像进行处理和识别。对 30 幅图像的实验测试,正确识别 26 幅,正确率为 86.7%,获得良好的识别效果。

参考文献:

- [1] Charles W, Mcmillin. Application of automatic image analysis to wood science[J]. Wood Science, 1982, 14 (3):97-105.
- [2] 杨家驹,程放,卢鸿俊. 木材(特征图像)的微机识别[J]. 木材工业,2001,15(03):31-32.
- [3] 刘镇波,刘一星,于海鹏. 基于量化构造特征参数的树种计算机识别算法[J]. 福建林学院学报,2004,24(3):265-269.
- [4] 高洁. 基于细胞特征的板材材种识别系统研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [5] 陈丰农. 基于显微构造图像木材识别技术研究[D]. 临安:浙江林学院,2008.
- [6] 徐有明. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

(责任编辑:陈小玲)