

基于模糊 C 均值的桉树茎切片图像纤维细胞区域提取技术

王 琴¹, 王卫星², 张少洪³, 洪添胜¹, 俞新华⁴

(1 华南农业大学 信息学院, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642;
3 华南农业大学 设备资产管理处, 广东 广州 510642; 4 华南农业大学 生命科学学院, 广东 广州 510642)

摘要:介绍了一种自适应提取桉树茎切片图像中纤维细胞区域的图像处理技术. 先制作桉树茎切片, 通过数码显微镜获取桉树茎切片彩色图像. 将彩色图像转换为 CIE $L^*a^*b^*$ 彩色空间, 用模糊 C 均值聚类算法 (FCM) 对 a^* 、 b^* 通道进行模糊聚类分析, 计算出各种颜色细胞的聚类中心, 以各个像素 a^* 、 b^* 分量的值与各个聚类中心之间的欧氏距离来区分各种细胞, 然后提取出纤维细胞区域. 结果表明, 在 CIE $L^*a^*b^*$ 空间使用 FCM 方法是提取桉树茎切片图像纤维细胞区域的有效方法.

关键词: 彩色图像处理; 纤维细胞; 区域提取; 模糊 C 均值聚类

中图分类号: TP242.62

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2005)03-0122-03

Research on extracting the fibre cell region in a eucalyptus image based on fuzzy C -means clustering

WANG Qin¹, WANG Wei-xing², ZHANG Shao-hong³, HONG Tian-sheng¹, YU Xin-hua⁴

(1 College of Information, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 College of Engineering, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

3 Equipment Assets Management Department, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

4 College of Life Sciences, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: A method of extracting the fibre cell region from a eucalyptus image was introduced. After making the fibre cell slices, the color images were taken with a digital microscope. CIE $L^*a^*b^*$ was utilized to conduct image processing for color images which satisfied extensive color ranging. The a^* and b^* are selected and clustered by fuzzy C -means (FCM). After the clustering center of various color cells was calculated, cells were distinguished from the euclid distance. An adaptive segmentation method using FCM clustering algorithm was employed to take out the fibre cell of eucalyptus.

Key words: color image processing; fibre cell; region extract; fuzzy C -means cluster

桉树属于速生丰产林, 具有较高的经济价值和生态效益. 但是桉树有性繁殖后代分化严重, 优良性状难以保留, 故常用无性繁殖方法育苗造林. 在自然条件下桉树扦插成活率很低, 需要在外界物理或化学条件刺激下通过诱导插条产生诱导根原基, 才能扦插成功. 不同的桉树幼茎插条在相同环境条件下

生产诱导根原基的能力不同. 林业科学家为了寻找抑制生根的解剖学原因, 需要制作大量生物切片, 用于统计纤维细胞对桉树茎生根产生的影响. 依靠人工识别纤维细胞带来 2 个问题: 一是工作量大, 二则容易造成误差. 桉树茎切片图像纤维细胞区域提取应用模式识别技术将桉树茎生物切片数字图像中的

纤维细胞分割出来, 避免人工肉眼检测带来的误差, 为科学统计分析提供一个准确的分析区域。

1 材料与方法

1.1 材料与装置

本研究的试验材料为广东省雷州林业局林科所苗圃的刚果桉 12 号 W5 无性系组培苗, 苗龄 60 d。每株自距地面 15 cm 处取材 2 段, 每段长 1.5 cm, 按常规石蜡切片法制片, FAA 固定, 首先用 φ 为 70% 的乙醇番红整染, 然后用 φ 为 95% 的乙醇固绿 2 次分染, 制作成桉树茎生物切片。将制作好的桉树茎生物切片放在 Motic 数码生物显微镜下, 对图像进行静态捕捉, 转换为图像文件后由计算机采集存储, 然后逐一处理。

1.2 图像处理方法

用上述试验装置采集的桉树茎切片图像如图 1 所示。对图片的图像处理分 2 个步骤: 先切换到 CIE $L^*a^*b^*$ 色彩空间, 然后对 a^* 、 b^* 通道的数据进行模糊聚类分析, 提取纤维细胞区域。

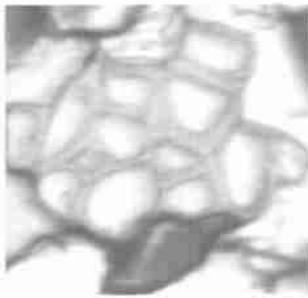


图 1 桉树茎切片图像

Fig. 1 The image of eucalypt stem slice

1.2.1 色彩空间的选取 CIE $L^*a^*b^*$ 基于人眼的视觉原理建立坐标系, a 为红绿轴(从绿到红), b 为黄蓝轴(从蓝到黄), L 为亮度, 覆盖了人所能看到的可见光的颜色范围。由于 CIE $L^*a^*b^*$ 模式描述彩色的范围广, 亮度与表示颜色的 2 个通道分开, 便于进行图像分析, 因此本文采用 CIE $L^*a^*b^*$ 模式进行图像的分析。

1.2.2 桉树茎切片图像纤维细胞区域的自动提取 阈值法中的全局阈值法以其方法简便和运算量小, 成功地应用于灰度图像的分割, 但如果将此算法直接应用于具有三维特征空间且内部聚类不紧凑的彩色图像分割, 结果则很不理想。图 2 是采用基于统计的迭代自动取全局阈值的方法得到的桉树茎切片分割图像。



A: 灰度图像; B: 阈值分割的二值化图像; C: 图像分割结果
A: gray image; B: black and white image by threshold segmentation;
C: result of image segmentation

图 2 桉树茎切片图像阈值分割的结果

Fig. 2 The result of eucalypt stem slice by threshold segmentation

从分割后的结果来看, 纤维细胞束区域被分割成不连续的区域, 而且没有与其他区域截然分开。这样处理的结果不利于后续图像分割的进行, 无法采用其他的分割方法进一步处理。因此, 不宜单独采用阈值法进行桉树茎切片图像纤维细胞区域提取。

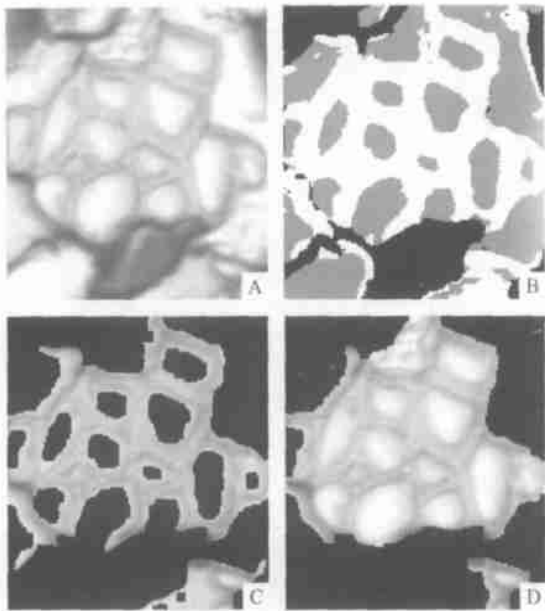
通过观察桉树茎切片彩色图像, 可以看到纤维细胞大部分呈现蓝色, 而且细胞壁变厚, 中间的细胞腔近似为白色, 并且与其他细胞没有截然的分界线。这是纤维细胞与其他细胞不同的生物特征。由 Zadeh 提出的模糊集合理论为处理事物的模糊性提供了一种新型的数学方法, 在此基础上产生的模糊聚类技术是目前分割医学 MR 图像的最好方法之一^[2]。因此本文考虑使用聚类分析的方法进行桉树茎切片图像的颜色聚类, 然后提取蓝色区域, 便可以得到纤维细胞区域。

2 桉树茎切片图像模糊聚类的结果

本文进行模糊 C 均值聚类分析^[3~8] 时分类数 c 取值为 3, 即把桉树茎切片彩色图像按颜色分为 3 类(蓝色: 纤维细胞, 红色: 韧皮细胞, 白色: 细胞腔)。模糊加权指数 m 一般根据实际需要人为选定, 一般情况下 m 取值区间为 [1.5, 2.5], 可以满足聚类的模糊度要求^[4], 本文采用 $m=2$ 。利用随机函数对分类矩阵 U 和类中心 V 进行初始化。取 $\epsilon=0.00001$ 。

图 3 是对桉树茎切片图像进行聚类分析的结果。图 3B 是将图像进行聚类分析, 图 3C 采用开、闭等形态学操作, 以及对于图像的 RGB 模型中的 R 值进行阈值分割, 去噪后得到的图像。取聚类分析中表示白色的图像数据, 找出与纤维细胞壁相连的白色区域, 将其他区域的像素值设置为 0, 然后与图 3C 进行掩膜运算, 进行闭、开数学形态学运算。之后将图像转换为 RGB 模式进行显示, 如图 3D 所示。从图 3D 可以看到, 本文提出的采用模糊聚类分析并结合

数学形态学图像处理方法的算法可以有效地将纤维细胞提取出来。



A: 桉树茎切片图像; B: 模糊聚类分析; C: 进行去噪等操作; D: 进行后处理

A: the image of eucalypt stem slice; B: fuzzy cluster analysis; C: the result by a serious options such as filtrate yawp; D: the processing result after segmentation

图3 桉树茎切片图像FCM分割的结果

Fig. 3 The result of eucalypt stem slice by FCM segmentation

3 小结

本试验利用FCM对于300幅桉树茎切片图像进行了纤维细胞区域提取,准确率达到95%。使用本算法对于在生物切片制作过程中染色不均匀的图片

识别起来有一定的困难。另外在本研究过程中需要事先指定聚类分析的种类,能否让系统自动判断聚类分析的结果,自动给出聚类的种类,真正实现图像的自动分割是以后研究的重点。

参考文献:

- [1] 靳 华,王小丹,赵荣椿. 基于人类视觉感知特性的一种纹理图像分割方法[J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22(9): 1 107—1 109.
- [2] 聂生东,陈 瑛,顾顺德,等. 磁共振颅脑图像快速模糊聚类分割算法的研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2001, 20(2): 104—109.
- [3] TAMURA S, HIGUCHI S, TANAKA K. Pattern classification based on fuzzy relations[J]. IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, 1971, 1: 64—66.
- [4] BOUDRAA A E O, MALLET J J, BESSON J E, et al. Left ventricle automated detection method in gated isotopic ventriculography using fuzzy clustering[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 1993, 12(3): 451—465.
- [5] 刘木华,赵杰文,张海东. 基于模糊C均值聚类的牛肉图像中脂肪和肌肉区域分割技术[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 161—163.
- [6] TOLIAS Y A, PANAS S M. A fuzzy vessel tracking algorithm for retinal images based on fuzzy clustering[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 1998, 17(2): 263—273.
- [7] BEZDEK J C, EHRlich R, FULL W. FCM: the fuzzy c-means clustering algorithm[J]. Computers and Geosciences, 1984, 10: 191—203.
- [8] ZADEH L A. Fuzzy sets[J]. Information and Control, 1965, 8: 338—353.

【责任编辑 周志红】