

基于 LoG 算子的棉花图像检索算法研究

阮旭良, 夏彬, 桑小田, 李梦辉 (中华全国供销合作总社郑州棉麻工程技术设计研究所, 河南郑州 450004)

摘要 针对基于边缘检测的图像检索中边缘点容易受到噪声干扰的问题, 提出一种基于 LoG 边缘算子的棉花图像检索算法。首先在求取边缘检测前进行滤除噪声处理, 然后根据欧式距离衡量图像间的相似性。棉花图像数据集的试验结果表明, 算法能够有效去除边缘噪声, 提高了图像检索的查全率和查准率, 尤其适用于高噪声环境下的棉花图像检索。

关键词 图像检索; LoG 算子; 边缘检测; 欧氏距离

中图分类号 S126; TP391 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)28-10007-02

Research of Cotton Image Retrieval Algorithm Based on LoG Operator

RUAN Xu-liang, XIA Bin, SANG Xiao-tian et al (Zhengzhou Cotton & Jute Engineering Technology and Design Research Institute, China CO-OP, Zhengzhou, Henan 450004)

Abstract For the problem of image edge noise in the cotton image retrieval based on edge detection, a new algorithm using LoG edge operator was proposed. Firstly, the LoG operator was used to filter out noise before edge detection, then the similarity among images were measured according to Euclidean distance. Under the cotton image data sets, experimental results showed that the algorithm can remove edge noise and improve the image retrieval recall and precision effectively, especially for image retrieval of high noise environments.

Key words Image retrieval; LoG operator; Edge detection; Euclidean distance

随着计算机视觉的飞速发展, 以及数字图像的大量应用, 人们迫切需要一种方法检索近似图像, 因此, 图像检索技术应运而生。图像检索是一个与计算机视觉、图像处理、数据库等学科紧密联系的综合性研究领域, 它是以图像本身的物理属性或者描述关键词在图像数据库中寻找与示例图像相关或者相似的图像^[1]。在图像检索领域中, 基于内容的图像检索 (Content-Based Image Retrieval, CBIR)^[2] 是根据图像的色彩 (Color)、形状 (Shape)、纹理 (Texture) 等物理属性检索相似图像, 现已成为图像检索的有效方法。

在众多图像特征中, 形状是较为显著的特征之一, 而形状的提取是以边缘检测^[3] 为前提, 因此, 边缘检测的结果直接影响到检索的效果^[4-6]。为了提高基于边缘检测的图像检索系统性能, 国内外研究人员针对边缘检测和图像相似度衡量进行了大量研究。王植等提出使用对灰度梯度的幅值和方向进行非极大值抑制, 然后采用双阈值方法从候选边缘点中检测和连接边缘^[7]; 李牧等提出采用类内方差最小化和梯度幅度直方图动态地确定上下阈值的方法, 来提高 Canny 算子的动态适应性^[8]; Sarangi 等提出采用模糊推理改进对图像边缘的检测, 并且结合 Canny 算子检测边缘^[9]; 赵宏中等提出使用 Manhattan 距离衡量图像间的相似性^[10]。

在上述研究的基础上, 笔者提出一种基于 LoG 算子的棉花图像检索算法, 在降噪处理的基础上获取图像边缘, 根据欧氏距离衡量图像间的相似性, 并在棉花数据集上进行了试验验证。

1 LoG 算子

LoG 算子 (Laplacian of Gaussian, LoG), 也称作拉普拉斯高斯算法^[11-12], 它是将拉普拉斯边缘检测结合高斯滤波形成的^[13-16]。算法的特点是图像先与高斯滤波器 $g(x, y)$ 进行卷积, 用于平滑图像、降低噪声, 同时滤除孤立的噪声点和较

小的斑点, 然后采用无方向性的拉普拉斯算子 D^2 进行边缘检测^[17-19]。假设原图像为 $f(x, y)$, 通过卷积和拉普拉斯算子处理, 得到输出图像 $h(x, y)$:

$$h(x, y) = \nabla^2 [g(x, y) * f(x, y)] \quad (1)$$

式中, $g(x, y)$ 为高斯滤波器:

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

∇^2 为拉普拉斯运算:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad (3)$$

由于在线性系统中, 微分和卷积运算的次序是可以进行交换的, 因此:

$$h(x, y) = \nabla^2 h(x, y) * f(x, y) \quad (4)$$

$$h(x, y) = \left[\frac{\partial^2 g(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g(x, y)}{\partial y^2} \right] * f(x, y) \quad (5)$$

$$h(x, y) = \left[\frac{1}{\pi\sigma^4} \left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2} - 1 \right) e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \right] * f(x, y) \quad (6)$$

式中, 经过微分和平滑合并后的算子:

$$\nabla^2 g(x, y) = \frac{1}{\pi\sigma^4} \left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2} - 1 \right) e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

称为高斯拉普拉斯算子, 对于离散数字图像, 高斯拉普拉斯算子通常可以用一个离散的模板近似。通常的高斯拉普拉斯算子是一个 5×5 的模板, 如图 1 所示。

$$\begin{bmatrix} 0 & 1/8 & 0 & 1/8 & 0 \\ 1/8 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/8 \\ 0 & 1 & -7 & 1 & 0 \\ 1/8 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/8 \\ 0 & 1/8 & 0 & 1/8 & 0 \end{bmatrix}$$

图 1 高斯拉普拉斯模板

此模板水平和垂直的 4 个方向上都设置为 1, 对角的 4 个方向上都设置为 1/2, 其他 8 个方向上都设置为 1/8, 这样就会造成水平和垂直的 4 个方向边缘检测精度高, 而其他 12

个方向的边缘检测精度低。

2 图像间相似性度量

图像间的相似性度量^[20]是基于内容的图像检索中的关键环节,它是在图像内容的基础上,由其内容的相似度而得到图像相似性的一种度量方法。其中,图像低层次上的特征主要包括图像本身的颜色特征、纹理特征、形状特征以及空间关系特征,具有相对直观的特点,而语义信息是图像深层次上的特征,具有相对抽象的特点。

目前对于图像间相似性度量的研究主要集中在图像的颜色特征、纹理特征、形状特征以及空间关系特征,图像的特征通过向量的形式表示。在此基础上,通常采用向量空间模型来衡量图像间相似度,根据计算向量间两点之间的远近程度来衡量图像间的相似程度。

在模式识别领域中,特征的相似度量多采用距离方法,也即是特征之间的相似程度用向量的空间距离表示,距离越大,图像间的差别就越大,反之,就越相似。

3 基于 LoG 算子的棉花图像检索算法

3.1 图像特征的表达

由于傅里叶描述子具有旋转不变性、转置不变性、与起始点无关的特点,因此,采用傅里叶描述子来描述边缘向量,并以此作为图像的形状特征。

3.2 相似图像判定

图像的相似性可以使用满足测度空间条件的空间距离来衡量,距离函数需要满足测度空间的3个测度公理。

对于图像特征空间中的两个点 i 和 j ,它们之间的距离 d_{ij} 满足:① 非负性: $\forall i, j; d_{ij} \geq 0$; ② 对称性: $\forall i, j; d_{ij} = d_{ji}$; ③ 三角不等式: $\forall i, j, k; d_{ij} \leq d_{ik} + d_{jk}$ 。

在图像相似度量中,该研究算法选取欧氏距离(Euclidean Distance)^[21]判定图像间的相似性:

$$d(Q, T) = \left[\sum_{i=1}^N |q_i - t_i|^2 \right]^{1/2}, r > 0 \quad (8)$$

式中, $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_N\}$ 、 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_N\}$ 分别为样本图像和目标图像。

3.3 算法实现

基于 LoG 算子的棉花图像检索算法就是在 LoG 算子的基础上,通过提取精准的图像边缘,再根据欧氏距离衡量图像相似性而进行图像检索的。算法流程如图 2 所示。

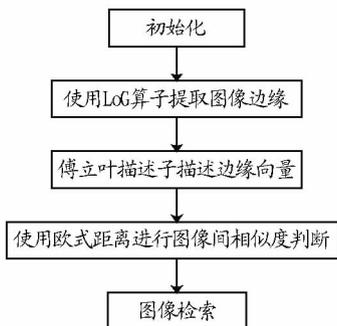


图2 算法流程

步骤1,对图像数据库中的图像进行预处理,去除冗余信息。

步骤2,根据选取的查询示例图像,使用 LoG 算子提取图像边缘。

步骤3,使用傅里叶描述子表示检索示例图像,并初始化图像库,对于每幅图像用 LoG 算子提取图像边缘信息且使用傅里叶描述子进行表示,把图像特征转化为向量。

步骤4,根据欧氏距离计算式(8),把示例图像逐一与数据库图像进行计算比对,并按照距离的大小进行判定,与检索示例图像欧氏距离较小者即为目标结果,完成整个检索过程。

4 试验结果与分析

4.1 试验准备

为了更好地验证该研究提出算法的有效性,选取棉花图像作为数据集,数据集覆盖棉花4类13个颜色级,总计3200例棉样图像,每幅图像分辨率为1024×768。试验硬件环境为 Intel Core i5 2.6GHz,4GB 内存 PC 机,操作系统为 Windows XP。

4.2 边缘检测试验及分析

在试验图像数据库中选择淡黄染棉一级棉花图像,采用 LoG 算子求取边缘,结果如图 3 所示。其中,图 3(a)为选取的示例图像,图 3(b)是该实例图像经过 LoG 算子的检测结果。

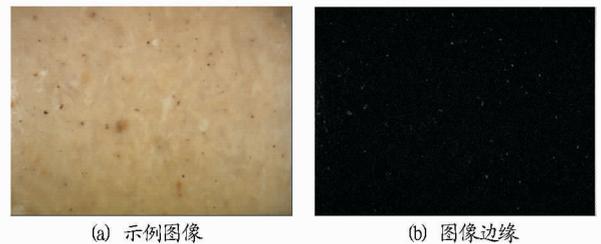


图3 LoG 算子边缘检测结果

由图 3 可见,基于 LoG 的边缘检测算子能够在平滑图像的同时降低噪声,有效滤除孤立的噪声点和较小的结构组织。

4.3 棉花图像检索算法试验及分析

该研究使用查全率和查准率来评估算法的性能。查全率称为召回率,查准率称为准确度,具体定义如下:查全率=指有关联的正确结果数量/所有有关联的结果数量,查准率=有关联的正确结果数量/所有检索到的结果数量。查全率是衡量检索系统检出相关信息的能力,查准率是衡量检索系统拒绝非相关信息的能力。

根据在试验数据库里选取的示例图像,采用基于 LoG 算子的棉花图像检索算法检索效果如图 4 所示。

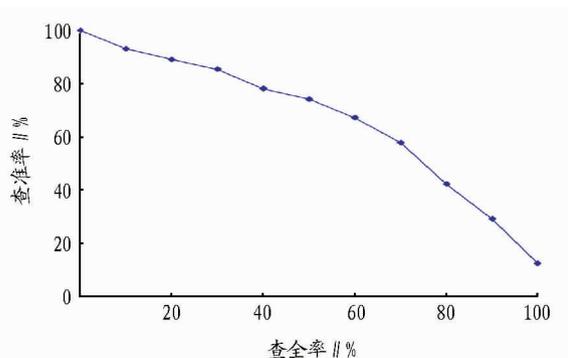


图4 该研究提出算法检索效果

品研究投入、加强蜂农和科研人员的创新和知识产权保护意识、建立健全专利管理制度和专利奖励制度等方面,提升蜂产品的科技创新。

4.1 继续加大对蜂产品研究的科研投入 我国地域广阔,蜜源丰富,是世界第一养蜂大国、蜂产品生产大国、蜂产品出口大国。随着国内人民生活水平的不断提高,保健意识的增强,蜂产品消费量会有快速增长的趋势。虽然近年国家对养蜂业日益重视,但蜂产品研究相比其它同类行业,国家的科研投入仍不足。因此应继续加大对蜂产品研究的科研投入,鼓励加强蜂产品科技创新,充分发挥蜂产品的保健功能,为人类健康安全提供有力的保障。

4.2 提高蜂农的知识产权保护意识 自 2008 年我国蜂产业技术体系实施以来,目前已有 20 个岗位科学家、21 个综合试验站开展了蜂业的协同攻关。20 个岗位科学家分别是北京、浙江、福建、吉林、云南、山东、江西、山西、安徽等地专门研究蜜蜂的科研机构和高校的专家;21 个综合试验站分别属于北京、山西、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、浙江、安徽、山东、河南、湖北、广东、广西、海南、重庆、四川、云南、陕西、甘肃、宁夏、新疆等地区。可利用这个科研网络,积极发展蜂产品创新,以点带面辐射到整个省至全国,加强对蜂农的知识产权保护意识的宣传。

4.3 加强科研人员创新和知识产权保护意识 加强科研单位、高校、企业科研人员创新和知识产权保护意识来改善创新主体缺位的现象。可邀请知识产权专家或专利代理人对科研人员进行专利能力的培养,包括专利申请程序及注意事

项、专利相关法律、专利信息的检索与指标分析等;重点培养一些熟悉知识产权的科研能力强的复合型人才,通过专利培训班,邀请他们为其他科研人员讲解相关知识,提高广大科研人员的创新和知识产权保护意识。同时,鼓励科研人员多申请可应用于产业化的专利。

4.4 建立健全专利管理制度和专利奖励制度 科研单位和高校等可成立一个专利管理部门,对本单位的专利进行统一申请、管理和跟踪,减少因程序问题而致的专利驳回或视撤或失效等。制定单位的专利工作管理办法,制定专利工作的长远规划和年度计划,组织专利战略的制定和实施,组织、指导、协调、检查各部门的专利工作,管理专利文献,建立专利信息数据库,提供专利信息检索、分析服务,办理专利申请、专利权的维护、专利资产评估、专利合同备案、专利权质押和处理本单位专利纠纷等事务^[1-2]。在单位内部需建立健全专利等奖励制度,对获得专利授权的申请人给予奖励和报酬,将专利作为成果评价的重要内容之一,可作为业绩考核和职称晋升的重要依据。

总之,对蜂产品专利申请情况进行统计与分析,可以了解该领域专利的水平、特点、优势和差距,从而为制定推动科技创新的行业政策措施提供理论参考,更好地为蜂产品科研和推广工作服务。

参考文献

(上接第 10008 页)

LoG 算子通过滤波消除了孤立的噪声点和较小的组织结构,能够获取较为清晰的边缘,同时,欧氏距离也降低了图像间的误判几率,有效提高了图像检索性能,取得了较好的检索效果。

5 结语

该研究主要探讨了在获取精准图像边缘的基础上改善图像检索效率,为基于形状的图像检索尝试了一种检索方法,提出了基于 LoG 算子的棉花图像检索算法。该算法以求取精准图像边缘为前提,首先使用 LoG 算子进行滤除噪声处理,然后根据欧氏距离衡量图像间的相似性,具有较好的图像检索性能,尤其适用于高噪声图像环境下的检索。

但是,在现有技术条件下,图像高维矢量难以索引和检索,如何解决“维数灾难”,更加快速准确地检索出相似图像,将是今后工作的方向。

参考文献

- [1] MOSTAFA T, ABBAS H M, WAHAN A A. On the use of hierarchical color moments for image indexing and retrieval [C]//IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetic, 2002, 6: 6-9.
- [2] 温泉彻, 彭宏, 黎琼. 基于内容的图像检索关键技术研究[J]. 微计算机信息, 2007, 23(3): 278-280.
- [3] 章毓晋. 图像分割[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [4] 季虎, 孙即祥, 邵晓芳. 图像边缘提取方法及展望[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(14): 70-73.
- [5] 姚峰林, 詹海英, 李元宗. 机器视觉中的边缘检测技术研究[J]. 机械工

- [1] 牛瑞阳, 王培璋. 我国国内专利发展现状分析及对策研究[J]. 研究与发展管理, 2009, 21(5): 88-93.
- [2] 柯瑞清, 程惠香, 张斌, 等. 关于农业科研院所知识产权保护的若干思考与对策[J]. 江西农业大学学报, 2001(5): 210-215.
- [3] 程与自动化, 2005, 7(1): 108-110.
- [4] 马艳, 张治辉. 几种边缘检测算子的比较[J]. 工矿自动化, 2004, 13(1): 54-56.
- [5] 王植, 贺赛先. 一种基于 Canny 理论的自适应边缘检测方法[J]. 中国图像图形学报, 2004, 9(8): 957-961.
- [6] 李牧, 闫继红, 李戈, 等. 自适应 LoG 算子边缘检测技术[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2007, 28(9): 1002-1007.
- [7] SARANGI S, RATH N P. Performance analysis of fuzzy-based canny edge detector[C]//Proc. of ICCIMA'07. Sivakasi, India: IEEE Press, 2007.
- [8] 赵宏中, 张彦超. 基于 Canny 边缘检测算子的图像检索算法[J]. 电子设计工程, 2010, 16(2): 23-25.
- [9] 贺强, 晏立. 基于 LOG 和 Canny 算子的边缘检测算法[J]. 计算机工程, 2011, 37(3): 211-212.
- [10] 严国萍, 戴岩愚, 潘晴, 等. 基于 LOG 算子的自适应图像边缘检测方法[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(3): 86-87.
- [11] 田自君, 刘艺. 基于 LoG 算子边缘检测的图像二值化处理[J]. 中国测试技术, 2007, 33(6): 109-110.
- [12] 黄剑岭, 邹辉. 结合 LOG 算子和小波变换的图像边缘检测方法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(21): 115-117.
- [13] 孙即祥. 图像处理[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [14] 王卜堂, 杨善林. 基于 Gauss-laplace 算子的灰度图像边缘检测[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(26): 132-134.
- [15] 古昱, 汪同庆. 基于 BEMD 的 Canny 算子边缘检测算法[J]. 计算机工程, 2009, 35(11): 212-213.
- [16] 吕哲, 王福利, 常玉清. 一种改进的 Canny 边缘检测算法[J]. 东北大学学报, 2007, 28(12): 1681-1684.
- [17] 胡正平, 张晔. 基于 Log-gabor 子空间特征优化的旋转不变纹理检索[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(5): 669-672.
- [18] BAN Q, GUO P. Comparative studies on similarity measures for remote sensing image retrieval [C]//2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. IEEE, 2004: 1112-1116.
- [19] 吕晶, 唐万有, 蒋瑞雪. 基于欧氏距离方法的缺陷识别技术研究[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 90-93.