

# 一种基于特征值融合的服装面料图像检索方法

吴志鑫, 李立轻, 汪军, 江慧\*

(东华大学 纺织学院, 上海 201620)

**摘要:**将基于内容的图像检索技术应用于服装面料的图像检索中,为了提高图像检索的准确性,提出一种归一化特征值以融合多特征的方法。在颜色特征方面选用 HSV 颜色直方图法,在纹理特征方面选用灰度共生矩阵算法,建立了两种特征的融合方法。通过对 3 000 幅服装面料图像进行检索,发现融合后的特征较之单特征检索效果均有所提高,平均查准率可以达到 86.8%;稳定性实验结果表明,该方法较之单特征也有一定的优势。

**关键词:**基于内容的图像检索;HSV 颜色直方图;灰度共生矩阵;特征值融合

**中图分类号:**TS 941.41;TP 391.41 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2021)01-0042-06

## An Image Retrieval Method of Clothing Fabric Based on Feature Fusion

WU Zhixin, LI Liqing, WANG Jun, JIANG Hui\*

(College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Applying CBIR technology to the image retrieval of clothing fabrics, this paper proposed a method of normalizing feature values to fuse multiple features, to improve the accuracy of image retrieval. The HSV color histogram method was selected for color features, and the GLCM algorithm was selected for texture features. And two feature fusion methods were established. Through the verification of 3 000 garment fabric images, the results showed that the fusion features had improved the retrieval effect compared with single feature, and the average precision rate of 86.8% could be achieved overall. Results of an stability experimental study showed that its stability also had certain advantages compared with a single feature.

**Key words:** CBIR, HSV color histogram, GLCM, feature fusion

纺织业是我国重要的制造业之一,纺织服装面料种类繁多,数量更是数不胜数<sup>[1]</sup>。在面料图像的检索方面,目前行业内通常采用传统的基于文本图像检索技术(text-based image retrieval, TBIR)<sup>[2]</sup>,如中国轻纺网、中国纺织网等,用户必须在庞大的数据信息中逐一搜索,费时耗力<sup>[3]</sup>。虽然基于神经网络和深度学习的图像分类和特征识别是目前图像检测的热点,但是对于种类繁多、花样丰富的服装面料而言,其研究和应用还是有很多问题。基于内容的图像检索(content-based image retrieval, CBIR)技术<sup>[4]</sup>可以通过有效算子获取图像的基本特征(如形状、纹理及颜色等),再利用距离函数等计算图像

的相似度以达到提高检索精度的目的,故有着更广阔的应用前景。张丽<sup>[5]</sup>利用加权方法,将颜色特征与纹理特征融合进行检索实验,结果表明利用融合后的特征向量进行检索的整体效果均好于单特征的,但是由于不同类别的服装图像对于纹理信息和颜色信息的敏感度不同,所以权重的设置比较困难。基于此,文中提出一种特征值归一化的方法,首先采用 HSV 颜色直方图法<sup>[6]</sup>提取出面料图像的颜色特征,再利用灰度共生矩阵(gray-level co-occurrence matrix, GLCM)算法<sup>[7]</sup>提取出纹理特征,然后将两者的特征值融合成新的特征向量,以期进一步提高服装面料图像的检索效果。

收稿日期:2020-03-08; 修订日期:2020-07-10。

作者简介:吴志鑫(1995—),男,硕士研究生。

\*通信作者:江慧(1969—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为纺纱新工艺、纱线新产品开发等。

Email: jhui@dhu.edu.cn

## 1 方法原理与算法建立

在 CBIR 技术流程中,最为关键的是针对图像的特征提取。合适的特征提取方法是图像检索实验的前提,通常是对图像的三大底层特征(颜色特征、纹理特征和形状特征)进行特征提取。因为研究对象是服装面料,在形状上存在着很大的相似性,所以文中从颜色和纹理两方面选取了 HSV 颜色直方图法和 GLCM 算法对服装面料图像进行特征提取。

### 1.1 HSV 颜色直方图法

HSV 颜色直方图法是颜色直方图法在 HSV 颜色空间中的应用,HSV 颜色空间<sup>[8]</sup>以 H(色相)、S(饱和度)、V(亮度)为色值定位颜色空间,符合人眼观察的特点。颜色直方图法以统计学中直方图思想为基础,通过一系列高低不同的柱状条纹或线段来表示图像中不同颜色的分布情况。以一幅彩色图像为例,取像素点的颜色值作为横坐标,该颜色像素出现的频数作为纵坐标,以此得出的坐标系图形就是颜色直方图<sup>[9]</sup>,具体公式如下:

$$H = \{h(C_k) \quad k=1,2,3,\dots,n\}。 \quad (1)$$

式中: $k$  为彩色图像的像素点; $C_k$  为彩色图像像素点的颜色值; $h(C_k)$  为像素点颜色值出现的频数。

### 1.2 GLCM 算法

GLCM 算法是最常用的纹理特征提取方式之一,也是基于统计的纹理特征提取方法中应用最广的方法<sup>[10-11]</sup>,灰度共生矩阵是建立在图像中像素对的方向和距离基础上的,它主要研究的是图像纹理中灰度级的空间依赖性。灰度的分布特性由具有不同灰度值的像素分布表示,首先建立灰度共生矩阵,然后从该矩阵中提取可以表示图像的纹理特征。GLCM 可以提取的纹理特征值有 14 个之多,但并非都适用于图像检索<sup>[12]</sup>。文献[13-14]中,GLCM 在图像检索中主要用到的特征值为能量(Asm)、熵(Ent)、惯性矩(Idm)、相关性(Cor)、对比度(Con)5 种。其中:能量主要反映的是灰度分布均匀程度,值越大则纹理越规则均一;熵主要反映的是图像中纹理的非均匀程度以及复杂程度,值越大则越不均匀越复杂;惯性矩主要反映的是图像纹理的同质性,即局部纹理的变化程度,值越大,则变化程度越大;相关性主要反映的是灰度共生矩阵中,在行和列,即水平和垂直角度上灰度的相似程度,值越大,相似性越高;对比度特征主要反映的是纹理沟纹深浅的程度,沟纹越深则值越大。5 种特征值的计算公式如下:

$$Asm = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k [G(i,j)]^2; \quad (2)$$

$$Ent = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k [G(i,j)] \log G(i,j); \quad (3)$$

$$Idm = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{G(i,j)}{1 + (i-j)^2}; \quad (4)$$

$$Cor = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (ij) G(i,j) - u_x u_y}{\sigma_x \sigma_y}; \quad (5)$$

$$Con = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (i-j)^2 G(i,j)。 \quad (6)$$

式中: $k$  为灰度值的级数; $G(i,j)$  表示灰度级为  $i$  的像素点  $P_x$  和灰度级为  $j$  的像素点  $P_y$  相邻的个数。其中  $u_x, u_y, \sigma_x$  和  $\sigma_y$  分别是  $P_x, P_y$  的灰度级的均值和标准差。计算公式如下:

$$u_x = i \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k G(i,j); \quad (7)$$

$$u_y = j \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k G(i,j); \quad (8)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{i=1}^k (i - u_x)^2 \sum_{j=1}^k G(i,j)}; \quad (9)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{j=1}^k (j - u_y)^2 \sum_{i=1}^k G(i,j)}。 \quad (10)$$

### 1.3 特征值融合算法

文中提出的融合算法是针对特征值的一种归一化处理,设利用两种特征提取方法进行特征值提取后,分别提取出  $m$  和  $n$  个特征值。假设测试库中共有  $N$  张面料图像,则对于测试库中所有面料处理后将它们的特征向量合并构建如下矩阵:

$$D_1 = \begin{bmatrix} C_{1,1} & C_{1,2} & \cdots & C_{1,m+n} \\ C_{2,1} & C_{2,2} & \cdots & C_{2,m+n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{N,1} & C_{N,2} & \cdots & C_{N,m+n} \end{bmatrix}。$$

然后提取出每列最大和最小的两个元素分别组成两个向量  $D_{1\max}$  和  $D_{1\min}$ ,记为

$$D_{1\max} = (C_{\max,1}, C_{\max,2}, \dots, C_{\max,m+n});$$

$$D_{1\min} = (C_{\min,1}, C_{\min,2}, \dots, C_{\min,m+n})。$$

因此,融合后任一元素  $C_{i,j}$  可以转换为

$$f_{i,j} = \frac{C_{i,j} - C_{\min,k,j}}{C_{\max,K,j} - C_{\min,k,j}}。 \quad (11)$$

利用这种方法对所有特征值进行处理后,就可以实现两组特征值的融合,生成新的特征向量。

## 2 基于特征融合算法的服装面料图像特征提取

### 2.1 服装面料图像的 HSV 颜色直方图特征提取

图像分割示意图如图 1 所示。

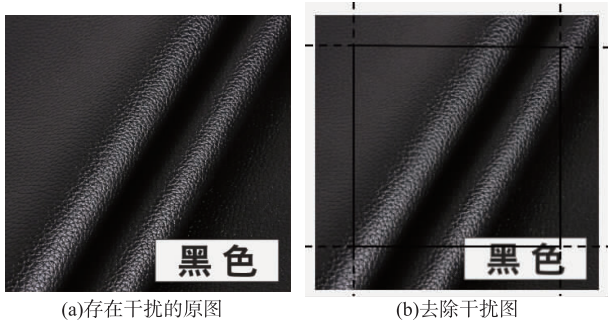


图 1 图像分割示意

Fig. 1 Diagram of image segmentation

文中在对面料图像搜集时,发现有部分服装面料图像的边缘存在一些背景色等因素的干扰,如图 1(a)的下边缘就存在着较大的水印,它与面料图像整体的颜色信息极不对应。考虑到颜色特征是一个全局特征,类似干扰会很大程度上影响到实验结果,所以文中在提取 HSV 颜色直方图时需要将面料

表 1 测试面料的 HSV 颜色直方图特征值

Tab.1 Characteristic values of HSV color histogram of tested fabrics

测试图像	频 数						
	1	2	3	...	254	255	256
丝绸面料	$3.990\ 9 \times 10^{-4}$	$9.899\ 5 \times 10^{-4}$	$3.317\ 1 \times 10^{-4}$	...	0.002\ 36	0.001\ 19	$5.753\ 1 \times 10^{-4}$
皮革面料	$1.917\ 4 \times 10^{-5}$	0.002\ 01	0.012\ 4	...	0.010\ 07	$8.923\ 7 \times 10^{-4}$	$6.013\ 6 \times 10^{-4}$

表 1 中像素点的颜色由 H,S,V 3 个分量组成,共有 256 种不同的组合,1 ~ 256 即代表颜色值(0,0,0) ~ (15,3,3)。文中利用 Matlab 工具对面料图像的像素点颜色值进行统计,计算出每种类别的颜色值所出现的频数即为特征值。

在得出两张图像的特征向量之后,将其代入相似性距离函数就可以得到两者之间对应的距离。常用的欧式距离函数<sup>[16]</sup>表示为

$$D(X,Y)=\sqrt{\sum_{i=1}^m(x_i-y_i)^2}。 \tag{12}$$

式中: $X,Y$  为空间中的两个向量; $x_i,y_i$  为这个点的

表 2 测试面料的 GLCM 特征值

Tab.2 GLCM characteristic values of tested fabrics

测试图像	能 量	熵	惯性矩	相关性	对比度
丝绸面料	0.086 0	2.984 8	1.007 8	0.066 4	0.203 7
皮革面料	0.031 4	5.495 6	3.998 4	0.070 0	1.078 4

2.3 特征值融合

采用 HSV 颜色直方图法提取出的是  $1 \times 256$  的一维特征向量,假设其为  $(A_1,A_2,\cdots,A_{256})$ ,而利用 GLCM 灰度共生矩阵法提取出的特征向量是  $1 \times 5$  的一维特征向量,假设其为  $(B_1,B_2,\cdots,B_5)$ ,将它们直接合并组成一个  $1 \times 261$  的一维向量记为  $(C_1,C_2,\cdots,C_{261})$ 。首先对库中所有图像进行这种特征值的合并,它们合并的特征向量组成的特征矩阵

图像进行不均匀分割,去除图像上下左右边缘各 1/8 的部分,在去除干扰的同时尽可能不丢失图像的颜色信息。

基于文献[15],文中将 H 分量量化为 16 级,S 与 V 分量量化为 4 级,即共有  $16 \times 4 \times 4$  共 256 种可能的像素点颜色类别。图 2 为两张不同测试面料的图像,其对应的 HSV 颜色直方图特征值见表 1。

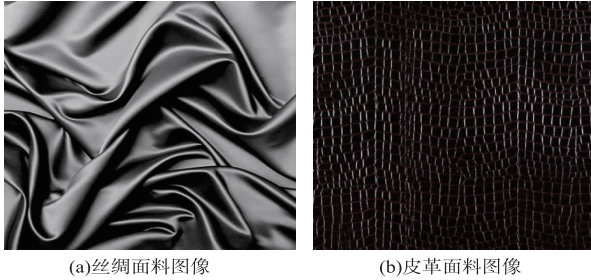


图 2 测试面料图像

Fig.2 Fabric images for test

空间坐标,即  $m$  维向量  $X(x_1,x_2,x_3,\cdots,x_m)$  和  $Y(y_1,y_2,y_3,\cdots,y_m)$ 。将图 2(a)和图 2(b)的 HSV 颜色直方图特征向量带入式(12),其结果即为两者的欧式距离值。

2.2 服装面料图像的 GLCM 特征提取

同样以丝绸面料和皮革面料图像为例,文中设置灰度等级为 8,提取了 4 个角度(0°,45°,90°和 135°)共 4 个灰度共生矩阵<sup>[17]</sup>,然后利用相关公式分别求出其相应的特征值,最后以其均值作为最终特征值。具体结果见表 2。

如下:

$$D=\begin{bmatrix} C_{1,1} & C_{1,2} & \cdots & C_{1,261} \\ C_{2,1} & C_{2,2} & \cdots & C_{2,261} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{N,1} & C_{N,2} & \cdots & C_{N,261} \end{bmatrix}。$$

然后,利用 Matlab 软件提取出每列中最大和最小的特征值,再通过式(11)就可以得到新的特征向

量。在特征提取后,仍以图 2 为例,假设图 2(a)经处理后的特征值为 $(s_1,s_1,\cdots,s_{261})$ ,图 2(b)经处理后的特征值为 $(t_1,t_2,\cdots,t_{261})$ ,则两者间的欧式距离计算式为

$$d=\sqrt{\sum_{x=1}^{261}(s_x-t_x)^2}。$$

3 实验方法

3.1 样本库的建立

由于国际上目前没有一个公认的面料图像样本库,故文中创建了一个实验图像样本库。根据 CBIR 技术的需求,文中将面料分为:呢绒面料、麻类面料、蕾丝面料、丝绸面料、皮革面料以及牛仔布面料 6 类,每类面料取 500 张图像,6 类面料的示例如图 3 所示。同时从百度网和天猫网等搜集了 6 类面料的清晰图像各 500 张,组成一个共 3 000 张的测试样本库,具体见表 3。

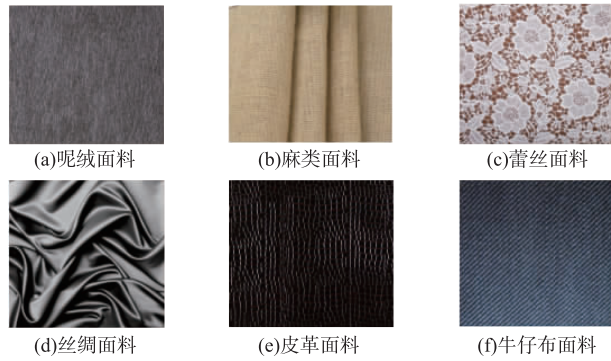


图 3 面料图像  
Fig.3 Images of fabrics

表 3 面料信息数据

Tab.3 Information data of fabrics

标 签	面料面别	数量/张
1	呢绒面料	500
2	麻类面料	500
3	蕾丝面料	500
4	丝绸面料	500
5	皮革面料	500
6	牛仔布面料	500

此外,还搜集了 500 张非纺织类图像,作为实验的干扰项,在这 6 类服装面料图像的组内实验完成后,加入样本库进行实验,进一步验证文中提出算法的稳定性。

3.2 实验硬件

文中仿真实验是基于 Matlab R2018a 版本设计运行的。实验的硬件环境为:联想笔记本,Inter(R) Core(TM)i5-2520M 处理器,4GB RAM。

3.3 实验设计及评价标准

为了验证文中所提出的特征值融合算法对服装面料图像检索的有效性和稳定性,同时也为了比较该方法与两种单特征算法(HSV 颜色直方图法和 GLCM 算法)检索效果的优劣,文采用欧式距离函数进行相似性度量,并设计了 6 组检索实验。其中:1~3 组分别为 HSV 颜色直方图法、GLCM 算法和特征值融合算法对样本库中 6 类服装面料图像进行检索;4~6 组则是将干扰图像添加到上述 6 类服装面料图像中,再分别采用上述 3 种方法进行检索。实验时,从 6 类服装面料图像中各自随机抽取一张作为待测图像,输出图像均设置为 500 张,以平均查准率作为衡量检索效果的标准。

查准率:

$$P=P(A/B)=\frac{P(A\cup B)}{P(B)}=\frac{a}{a+b}。$$

式中: $A$  为相关图像的集合; $B$  为返回图像的集合; $a$  为检索结果中与待测图像属于同一类别的图像数量; $b$  为返回结果中误检的图像数量。

4 结果分析

1~3 组检验实验结果见表 4。由表 4 可以看出,在不加入干扰图像的情况下,基于 HSV 颜色直方图法的面料图像检索平均查准率为 77.4%;该方法对于丝绸面料、蕾丝面料以及皮革面料图像的检索效果较好。对于蕾丝面料,一般都存在着很多的镂空部分,这会使得蕾丝面料之间的颜色信息相似性更高,也比較容易被检索;对于丝绸面料,因为其颜色信息单一,非常容易被识别;对于皮革面料,可能是因为 HSV 颜色直方图中的 V(亮度)可以反映出图像的光泽,而皮革面料的光泽与其他类别面料区别较大,这使得它的检索效果较好。同理,光泽也是丝绸面料检索效果较好的原因之一。

基于 GLCM 算法的服装面料图像检索平均查准率可以达到 82.7%,它对于面料图像的整体检索效果优于 HSV 颜色直方图法。这是因为不同类别的面料在颜色信息上并不会体现出很大的差异性,而不同类别的服装面料一般都会具备各自的织物组织结构特点。麻类面料纹路明显,蕾丝面料存在镂空部分,丝绸面料纹理均一平整,皮革面料的表面存在沟纹等,这使得服装面料对于纹理特征会更加敏感,也使得它们的查准率较高。

表 4 中利用文中的特征值融合方法,服装面料图像检索平均查准率可以达到 86.8%,是 3 个方法中效果最好的。它对于这 6 类服装面料的检索结果

都有着不同程度的提高,尤其是对于颜色和纹理信息都较为均一的丝绸面料,返回了 464 张图像,平均查准率达到了 92.8%。这也说明了文中所提出的利用特征值归一化法融合特征的方法结合了两种算法的优点,更适用于面料图像的检索研究。

为了验证检索方法的稳定性,文中同样进行了加入干扰图像的实验,具体结果见表 5。由表 5 可以看出,HSV 颜色直方图法的平均查准率下降至 75.7%,这可能是干扰图像在颜色上与服装面料存

在一定的相似之处;但 HSV 颜色直方图法对于丝绸面料仍保持较高的检索水平,这是因为其光泽以及颜色信息的单一性的双重效果。GLCM 算法的平均查准率下降至 82.0%,比 HSV 颜色直方图法的下降幅度小,这也在一定程度上说明了服装面料图像更适合以纹理信息进行图像检索。采用文中提出的特征值融合方法的平均查准率为 86.3%,下降幅度是 3 种方法中最小的,这也反映出该融合算法具有较好的稳定性。

表 4 1~3 组检索实验结果对比  
Tab. 4 Comparison of search results of 1~3 groups

测试图像	返回的正确图像/张			查准率/%		
	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 1 组	第 2 组	第 3 组
呢绒面料	364	384	403	72.8	76.8	80.6
麻类面料	375	390	411	75.0	78.0	82.2
蕾丝面料	405	428	449	81.0	85.6	89.8
丝绸面料	401	437	464	80.2	87.4	92.8
皮革面料	396	434	456	79.2	86.8	91.2
牛仔布面料	382	408	421	76.4	81.6	84.2
平均值	387.2	413.5	434.0	77.4	82.7	86.8

表 5 4~6 组检索实验结果对比  
Tab. 5 Comparison of search results of 4~6 groups

测试图像	返回的正确图像/张			查准率/%		
	第 4 组	第 5 组	第 6 组	第 4 组	第 5 组	第 6 组
呢绒面料	351	377	396	70.2	75.4	79.2
麻类面料	366	382	407	73.2	76.4	81.4
蕾丝面料	395	436	463	79.0	87.2	92.6
丝绸面料	401	428	449	80.2	85.6	89.8
皮革面料	389	433	456	77.8	86.6	91.2
牛仔布面料	373	405	419	74.6	81.0	83.8
平均值	379.2	410.2	431.7	75.8	82.0	86.3

5 结 语

文中提出了一种特征值融合的方法,以服装面料图像为研究对象,在颜色特征方面选取了 HSV 颜色直方图法进行特征提取,在纹理特征方面选取了 GLCM 算法,对两种特征进行融合,并进行了相关的实验研究。检索结果表明,在单特征方面,较之颜色特征,面料图像更适合采用纹理特征进行检索。此外,文中提出的特征融合算法在检索效果上较之单特征均有所提高,平均查准率可以达到 86.8%,对于颜色纹理信息都比较均一的丝绸面料图像查准率则是达到 92.8%。稳定性实验结果显示,文中提出的融合算法的稳定性均优于两种单特征算法,这说明这种融合算法对于面料图像的检索是有益且稳定的。因此,该方法对于服装面料图像检索的实际应用具有一定的参考价值。

参考文献:

[ 1 ] 曹兵权,杨旭红. 机织面料数据库系统的设计与实现 [J]. 现代丝绸科学与技术, 2017,32(4):4-7.  
CAO Bingquan, YANG Xuhong. Design and implementation of woven fabric database system [J]. Modern Silk Science and Technology, 2017,32(4):4-7. (in Chinese)

[ 2 ] LI W, DUAN L, XU D, et al. Text-based image retrieval using progressive multi-instance learning [C] //IEEE International Conference on Computer Vision, ICCV 2011. Spain: IEEE, 2011.

[ 3 ] WANG Guohe, LIANG Yanfang, GU Ping. Study and application of objective evaluation model on fabric style [J]. Journal of Donghua University (English Edition), 2007,24(2):187-191,196.

[ 4 ] MOGHIMIAN A, MANSOORIZADEN M, DEZFOULIAN M. Content based image retrieval using fusion of multi-



- level bag of visual words[J]. SN Applied Sciences,2019, 1(12):1735.
- [ 5 ] 张丽. 基于颜色和纹理特征的图像检索技术研究[D]. 南京:南京邮电大学,2017.
- [ 6 ] AN Y, RIAZ M, PARK J A. CBIR based on adaptive segmentation of HSV color space[C] //Proceedings of the 12th UKSim, International Conference on Computer Modelling and Simulation. Cambridge: IEEE, 2010.
- [ 7 ] RAJU P, RAO V M, RAO B P. Optimal GLCM combined FCM segmentation algorithm for detection of kidney cysts and tumor[J]. Multimedia Tools and Applications, 2019, 78(13):18419-18441.
- [ 8 ] 陈帅,赵海龙. 基于 HSV 空间的创新型车牌定位方法 [J]. 北京建筑大学学报,2015,31(3):69-72.  
CHEN Shuai,ZHAO Hailong. Creative license plate locating method based on HSV space[J]. Journal of Beijing University of Civil Engineering and Architecture,2015,31(3):69-72. (in Chinese)
- [ 9 ] YANG Kai,ZHOU Bi,YI Fei,et al. Correction to: color-ectal cancer diagnostic algorithm based on Sub-Patch weight color histogram in combination of improved least squares support vector machine for pathological image[J]. Journal of Medical Systems,2019,43(12):306.
- [10] 王辉. 基于灰度共生矩阵木材表面纹理模式识别方法的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [11] 郑红,李钊,李俊. 灰度共生矩阵的快速实现和优化方法研究[J]. 仪器仪表学报,2012,33(11):2509-2515.  
ZHENG Hong, LI Zhao, LI Jun. Study on fast implementation and optimal method of gray level co-occurrence matrix [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2012,33(11):2509-2515. (in Chinese)
- [12] 焦蓬蓬,郭依正,刘丽娟,等. 灰度共生矩阵纹理特征提取的 Matlab 实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(11):169-171,175.
- JIAO Pengpeng, GUO Yizheng, LIU Lijuan ,et al. Implementation of gray level co-occurrence matrix texture feature extraction using matlab [J]. 2012,22(11):169-171,175. (in Chinese)
- [13] DUAN Guoyong. Content-based image retrieval research [C]// Physics Procedia 2011 International Conference on Physics Science and Technology. Hong Kong : ELSEVIER, 2011:478-484.
- [14] 张喆,王玉德,马晨,等. 融合统一模式的 LBP 和 GLCM 特征的图像检索算法[J]. 电子技术,2014,43(10):27-29.  
ZHANG Zhe,WANG Yude, MA Chen, et al. Research of image retrieval algorithm based on the uniform pattern of LBP and GLCM features [J]. Electronic Technology, 2014,43(10):27-29. (in Chinese)
- [15] 孙琦龙,张明亮. 一种 HSV 颜色空间量化的藏毯图像检索方法[J]. 软件信息,2016,37(3):36-39.  
SUN Qilong,ZHANG Mingliang. HSV color space quantization image retrieval method for tibetan carpet [J]. Computer Engineering and Software,2016,37(3):36-39. (in Chinese)
- [16] DANIELA D, FAST J F, GTZ F, et al. Euclidean distances of laryngopharyngeal structures obtained from CT data for preclinical development of laryngoscopic devices [J]. Surgical and Radiologic Anatomy,2020,42(3):695-700.
- [17] 陈丽丽. 基于灰度共生矩阵的毛料裤子穿着平整度特征提取[J]. 毛纺科技,2017,45(5):50-54.  
CHEN Lili. Eigenvalue extraction on wearing smoothness of wool pants based on Gray-level co-occurrence matrix [J]. Wool Textile Journal, 2017,45(5):50-54. (in Chinese)

(责任编辑:邢宝妹)