

基于苗族服饰的图像锐化和边缘提取技术研究

杨秀璋¹,于小民²,范郁锋³,李娜⁴

(1. 贵州财经大学信息学院, 贵阳 550025; 2. 贵州财经大学贵州省经济系统仿真重点实验室, 贵阳 550025;
3. 贵州财经大学计划财务处, 贵阳 550025; 4. 中国船舶工业系统工程研究院, 北京 100036)

摘要:

苗族服饰是我国民族服饰中的文化瑰宝,通过一针一线将流传千年的故事和文化民俗融入到苗绣图案中。针对苗族服饰图像对比度低、噪声较多、线条模糊等问题,提出基于 Python 的图像锐化和边缘处理技术来解决苗族服饰中存在的问题,通过二值化灰度变换和图像锐化处理对苗族服饰图像进行边缘检测,包括 Laplacian 算子、Prewitt 算子、Robert 算子和 Sobel 算子的边缘检测方法,并进行仿真对比实验。实验结果表明,该算法能降低噪声,提升边缘检测的准确性,可以广泛应用于苗绣服饰研究,还原少数民族历史图像资料,具有一定的应用前景和实用价值。

关键词:

图像锐化;边缘提取;图像增强;苗族服饰;Python

基金项目:

贵州省教育厅青年科技人才成长项目(黔教合 KY 字[2016]172、黔教合 KY 字[2016]173、黔教合 KY 字[2016]178)

0 引言

苗族服饰(苗语叫“呕欠”)种类繁多,图案精美,是中国少数民族服饰中的瑰宝,包括银饰、苗绣、蜡染三大特色,涉及编织、刺绣、采摘、染色等中国传统工艺技法,以复杂的装饰,鲜艳的色彩和丰富的文化内涵而闻名,被史学家称之为“穿在身上的史书”^[1]。苗族服饰具有悠久的历史,通过研究这些图案,可以深入地研究苗族文化内涵和迁徙漂泊的历史^[2]。

图像锐化和边缘提取是数字图像处理中经典的技术^[3],国内外学者对其的研究取得了一定进展,在方法和实践上都有不少的成果。王红茹等^[4]提出了一种有效的水下无人仪器的图像实效增强算法;贾兆辉等^[5]采用基于红外直方图的自适应红外图像增强算法进行分析;王月新等^[6]分析研究了 Sobel 算子和 Prewitt 算子;周芳芹等^[7]基于 MATLAB 研究了改进型 Prewitt 图像锐化算法;沈德海等^[8]改进了 Sobel 算子的边缘检测算法;聂洪印^[9]提升了车牌识别系统中的关键算法;徐红梅^[10]通过民族文化图像资料研究民族服饰传承。但是这些

方法都是针对传统图像进行边缘提取的,没有应用于苗族服饰领域,而且少数民族图像的噪声较多,图像质量较差,这严重影响了文物还原和文化内涵研究工作。

针对苗族服饰图像对比度低、噪声较多、线条模糊等问题,本文旨在通过图像锐化和边缘检测技术来提取苗族服饰中的图案及线条,通过 Laplacian 算子、Robert 算子、Prewitt 算子和 Sobel 算子来进行边缘检测^[11],以提升边缘检测的准确性,降低苗族服饰图像中的噪声,从而推进苗族文化和苗绣服饰领域的研究。本文的研究成果具有重要的理论研究意义和良好的实际应用价值,可以广泛应用于少数民族文物和文化图像还原工作,更好地帮助历史学家和社会学家研究种族迁徙和文化遗产。

1 算法框架及原理

一个完整的图像锐化和边缘增强系统是个复杂的系统,主要包括图像灰度转换、二值化处理、图像锐化等步骤,针对苗族服饰的图像锐化和边缘检测的算法研究,本文提出了图 1 所示的框架图。

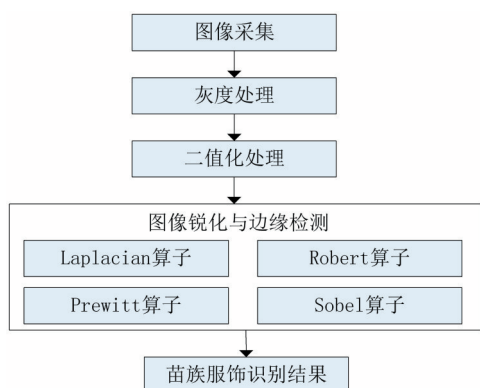


图1 图像锐化和边缘处理框架图

本文采用 Python 语言进行图像处理实验,首先将采集的苗族服饰图像进行灰度转化,接着通过二值化处理将灰度图像中的像素划分为两种,最后是图像锐化操作,通过各种图像锐化算法来增强图形的高频部分,使得图像中的边缘细节更为突出,得到更为清晰的苗族服饰图像,实现边缘提取。

2 算法的具体实现

假设现在存在一张由 $M \times N$ 个像素点构成的图像,其中每个像素点由红绿蓝三原色构成,这三种颜色在计算机系统的颜色模型中称为 RGB 模型,其中(0,0,0)代表黑色,(255,255,255)代表白色。通过该模型,我们可以将图像转换为数字矩阵,每一个像素点对应一个数字编号,接着对苗族服饰图像进行基于 Python 的锐化边缘处理。

2.1 灰度处理

当得到一张 256 位色的图像之后,首先要开展灰度转化处理。灰度图像中每个像素仅具有一种样本颜色,其灰度是位于黑色与白色之间的多级色彩深度。假设某点的颜色由 RGB(R,G,B)组成,常见灰度处理算法如表 1 所示:

表 1 灰度处理算法

算法名称	算法公式
浮点灰度处理	$Gray = R \times 0.3 + G \times 0.59 + B \times 0.11$
整数灰度处理	$Gray = (R \times 30 + G \times 59 + B \times 11) / 100$
移位灰度处理	$Gray = (R \times 28 + G \times 151 + B \times 77) \gg 8$
平均灰度处理	$Gray = (R + G + B) / 3$
加权平均灰度处理	$Gray = R \times 0.299 + G \times 0.587 + B \times 0.144$

表 1 中 Gray 表示灰度处理之后的颜色,然后将原

始 RGB(R,G,B)颜色均匀地替换成新颜色 RGB(Gray, Gray,Gray),从而将彩色图片转化为灰度图像。一种常见的方法是将 RGB 三个分量求和再取平均值,但更为准确的方法是设置不同的权重,将 RGB 分量按不同的比例进行灰度划分。例如人类的眼睛感官蓝色的敏感度最低,敏感最高的是绿色,因此将 RGB 按照 0.299、0.587、0.144 比例加权平均能得到较合理的灰度图像。算法流程如下:

算法 1 灰度处理算法

```

image = cv.LoadImage('test.jpg')
grayimg = cv.CreateImage(cv.GetSize(image), image.depth,
1)
for i in range(image.height):
    for j in range(image.width):
        grayimg[i,j] = 0.299 * image[i,j][0] + 0.587 * image[i,j][1] +
0.144 * image[i,j][2]

```

```

cv.ShowImage('srcImage', image)
cv.ShowImage('grayImage', grayimg)

```

图 2 是彩色图经过平均灰度处理的结果。



图2 灰度处理结果

2.2 二值化处理

图像的二值化(Binarization)旨在提取图像中的目标物体,将背景以及噪声区分开来。通常会设定一个阈值 T ,通过 T 将图像的像素划分为两类:大于 T 的像素群和小于 T 的像素群。

灰度转换处理后的图像中,每个像素都只有一个灰度值,其大小表示明暗程度。二值化处理可以将图像中的像素划分为两类颜色,常用的二值化算法如公式(1)所示:

$$\begin{cases} Y = 0, & Gray < T \\ Y = 1, & Gray \geq T \end{cases} \quad (1)$$

当灰度 Gray 小于阈值 T 时,其像素设置为 0,表示黑色;当灰度 Gray 大于或等于阈值 T 时,其 Y 值为 1,表示白色。

Python OpenCV 中提供了阈值函数 `threshold()` 实现二值化处理,常用的方法如表 2 所示,其中函数中的参数 Gray 表示灰度图,参数 127 表示对像素值进行分类的阈值,参数 255 表示像素值高于阈值时应该被赋予的新像素值,最后一个参数对应不同的阈值处理方法。

二值化处理广泛应用于各行各业,例如生物学中的细胞图分割、交通领域的车牌识别等。在文化应用领域中,通过二值化处理将所需民族文物图像转换为黑白两色图,从而为后面的图像识别提供更好的支撑作用。

表 2 二值化处理算法

算法名称	算法公式
<code>threshold(Gray, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY)</code>	像素点的灰度值大于阈值设其灰度值为最大值,小于阈值的像素点灰度值设定为 0。
<code>threshold(Gray, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)</code>	大于阈值的像素点的灰度值设定为 0,而小于该阈值的设定为 255。
<code>threshold(Gray, 127, 255, cv2.THRESH_TRUNC)</code>	像素点的灰度值小于阈值不改变,反之将像素点的灰度值设定为该阈值。
<code>threshold(Gray, 127, 255, cv2.THRESH_TOZERO)</code>	像素点的灰度值小于该阈值的不进行任何改变,而大于该阈值的部分,其灰度值全部变为 0。
<code>threshold(Gray, 127, 255, cv2.THRESH_TOZERO_INV)</code>	像素点的灰度值大于该阈值的不进行任何改变,小于该阈值其灰度值全部设定为 0。

图 3 表示图像经过各种二值化处理算法后的结果,其中“BINARY”是最常见的黑白两色处理。



图 3 二值化处理结果

2.3 锐化处理及边缘检测

由于收集图像数据的器件或传输数图像的通道的存在一些质量缺陷,文物图像时间久远,或者受一些其他外界因素、动态不稳定抓取图像的影响,使得图像存在模糊和有噪声的情况,从而影响到图像识别工作的开展。这时需要开展图像锐化和边缘检测处理,加强

原图像的高频部分,锐化突出图像的边缘细节,改善图像的对比度,使模糊的图像变得更清晰。

图像锐化和边缘提取技术可以消除图像中的噪声,提取图像信息中用来表征图像的一些变量,为图像识别提供基础。通常使用灰度差分法对图像的边缘、轮廓进行处理,将其凸显。本文分别采用 Laplacian 算子、Robert 算子、Prewitt 算子和 Sobel 算子进行图像锐化边缘处理实验。

(1) Laplacian 算子

Laplacian 算子是基于二阶微分的图像增强领域的常用算法,通过灰度差分计算邻域内的像素。基本流程是:判断图像中心像素灰度值与它周围其他像素的灰度值,如果中心像素的灰度更高,则提升中心像素的灰度;反之降低中心像素的灰度。Laplacian 算子分为四邻域和八邻域,四邻域是对邻域中心像素的四方向求梯度,八邻域是对八方向求梯度,再通过梯度求和计算邻域其他像素灰度值与中心像素灰度值的关系,通过梯度调整结构。

$$H = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

四邻域模板如公式(2)所示,其像素的计算公式可以简化为:

$$g(i,j) = 4f(i,j) - f(i+1,j) - f(i-1,j) - f(i,j-1) - f(i,j+1) \quad (3)$$

八邻域模板如下:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

其像素的计算公式可以简化为:

$$g(i,j) = 8f(i,j) - f(i+1,j-1) - f(i+1,j) - f(i+1,j+1) - f(i,j-1) - f(i,j+1) - f(i-1,j-1) - f(i-1,j) - f(i-1,j+1) \quad (5)$$

(2) Robert 算子

Robert 算子是通过局部差分计算检测边缘线条,它是基于交叉差分的梯度算法。常用来处理具有陡峭的低噪声图像,当图像边缘接近于正 45 度或负 45 度时,该算法处理效果更理想。其缺点是对边缘的定位不太准确,提取的边缘线条较粗。

Robert 算子的模板分为水平方向和垂直方向,如公式(6)所示,从其模板可以看出,Robert 算子能较好

地增强正负 45 度的图像边缘。

$$d_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad d_y = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

如公式(7)所示,分别表示图像的水平方向和垂直方向的计算公式。

$$\begin{aligned} d_x(i,j) &= f(i+1,j+1) - f(i,j) \\ d_y(i,j) &= f(i,j+1) - f(i+1,j) \end{aligned} \quad (7)$$

Robert 算子像素的最终计算公式如下:

$$S = \sqrt{(d_x(i,j))^2 + (d_y(i,j))^2} \quad (8)$$

(3)Prewitt 算子

Prewitt 是一种图像边缘检测的微分算子,其原理是利用特定区域内像素灰度值产生的差分实现边缘检测。由于 Prewitt 算子采用 3×3 模板对区域内的像素值进行计算,而 Robert 算子的模板为 2×2,故 Prewitt 算子的边缘检测结果在水平方向和垂直方向均比 Robert 算子更加明显。

Prewitt 算子适合用来识别噪声较多、灰度渐变的图像,其计算公式如公式(9)所示。

$$d_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad d_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

具体的水平和垂直方向计算公式如下所示:

$$\begin{aligned} d_x(i,j) &= [f(i-1,j-1) + f(i-1,j) + f(i-1,j+1)] \\ &\quad - [f(i+1,j-1) + f(i+1,j) + f(i+1,j+1)] \\ d_y(i,j) &= [f(i-1,j+1) + f(i,j+1) + f(i+1,j+1)] \\ &\quad - [f(i-1,j-1) + f(i,j-1) + f(i+1,j-1)] \end{aligned} \quad (10)$$

Prewitt 算子像素的最终计算公式如下:

$$S = \sqrt{(d_x(i,j))^2 + (d_y(i,j))^2} \quad (11)$$

(4)Sobel 算子

Sobel 算子是一种计算图像明暗程度近似值的差分算子,它根据图像边缘旁边明暗程度把该区域内超过某个数的特定点记为边缘。Sobel 算子在 Prewitt 算子的基础上增加了权重的概念,认为相邻点的距离远近对当前像素点的影响是不同的,距离越近的像素点对应当前像素的影响越大,从而实现图像锐化并突出边缘轮廓。Sobel 算子的边缘定位更准确,常用于噪声较多、灰度渐变的图像。

Sobel 算子的模板如公式(12)所示,其中 d_x 表示水平方向, d_y 表示垂直方向。

$$d_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad d_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

其像素计算公式如下:

$$\begin{aligned} d_x(i,j) &= [f(i-1,j-1) + 2f(i-1,j) + f(i-1,j+1)] \\ &\quad - [f(i+1,j-1) + 2f(i+1,j) + f(i+1,j+1)] \\ d_y(i,j) &= [f(i-1,j+1) + 2f(i,j+1) + f(i+1,j+1)] \\ &\quad - [f(i-1,j-1) + 2f(i,j-1) + f(i+1,j-1)] \end{aligned} \quad (13)$$

Sobel 算子像素的最终计算公式如下:

$$S = \sqrt{(d_x(i,j))^2 + (d_y(i,j))^2} \quad (14)$$

图 4 为经过四种算法处理后的结果。其中, Laplacian 算子对噪声比较敏感,由于其算法可能会出现双像素边界,常用来判断边缘像素位于图像的明区或暗区,很少用于边缘检测;Robert 算子对陡峭的低噪声图像效果较好,尤其是边缘正负 45 度较多的图像,但定位准确率较差;Prewitt 算子对灰度渐变的图像边缘提取效果较好,而没有考虑相邻点的距离远近对当前像素点的影响;Sobel 算子考虑了综合因素,对噪声较多的图像处理效果更好。

图 5 是对灰度转换、二值化黑白处理后的图像进行处理的结果,可以发现其边缘提取的效果更为清晰,这也表明了本文提出算法的可行性。

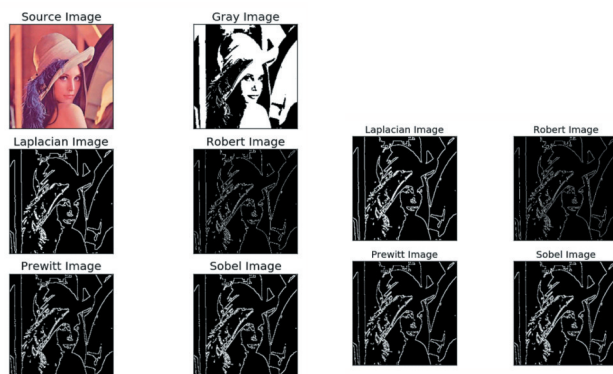


图 4 锐化处理及边缘检测效果

图 5 二值化处理图像锐化处理结果

3 实验结果分析

为了客观地评价本文提出的基于 Python 的图像锐化和边缘检测算法,本文共采集了 100 张具有代表性的苗族服饰图像进行实验,经过灰度转化处理、二值化处理、图像锐化处理,通过 Laplacian 算子、Robert 算子、

Prewitt 算子和 Sobel 算子提取苗族服饰的边缘轮廓。

图 6 是对苗族服饰刺绣的边缘提取,可以看到彩色图片经过灰度二值化处理,不同图像锐化算子处理的结果,处理后的轮廓包括各种动物以及花纹。

图 7 是对苗族银饰头饰进行实验,其左边是原图,右边是经过本文所提出的算法处理的边缘轮廓,采用 Robert 算子的实验结果。

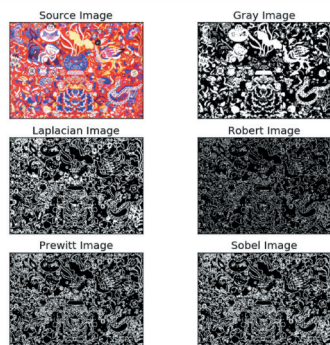


图6 苗族刺绣实验结果



图7 银饰边缘提取实验结果

接着对两位身着苗族服饰的男女图像进行实验,实验结果如图 8 所示。通过实验处理,可以凸显苗族服饰中的轮廓特色,包括苗族乐器芦笙、苗族银饰等。

4 结语

本文的研究成果主要应用于苗族服饰的文化迁徙

研究以及图像增强领域,以丰富边缘提取的应用,推动少数民族历史图像资料还原。本文通过提取苗族服饰的边缘轮廓仿真实验,实验结果表明苗族服饰中的图案多为龙、凤、鳞纹、蝴蝶、银扇、牛头、花鸟等中国的文化样式,这些图案都代表着苗族文化的迁徙传承和文化图腾。

本文采用灰度转化和二值化处理可以将彩色图像中的像素划分为两种颜色,再通过 Laplacian 算子、Robert 算子、Prewitt 算子和 Sobel 算子增强图形的边缘,提取图像中的细节,从而获取更为清晰的苗族服饰图像轮廓,实现边缘提取,该方法具有重要的应用前景和适用价值,可以广泛应用于边缘提取、图像锐化和民族文化图像研究等领域。



图8 身着苗族服饰男女图像的实验结果

参考文献:

- [1]吴平,杨竑. 贵州苗族刺绣文化内涵及技艺初探[J]. 贵州民族学院学报(哲学社会科学版),2006.
- [2]丁荣泉,龙湘平. 苗族刺绣发展源流及其造型艺术特征[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版),2003(04).
- [3]姚敏. 数字图像处理[M]. 北京:机械工业出版社,2012.
- [4]王红茹,朱振杰,王佳. 一种面向水下无人航行器的实效图像增强算法[J]. 船舶工程,2017(12).
- [5]贾兆辉,伊兴国,孔鹏,李晨光. 一种基于直方图的自适应红外图像增强算法[J]. 红外技术,2014(09).
- [6]王月新,刘明君. Sobel 算子与 Prewitt 算子分析与研究. 计算机与数字工程,2016(10).
- [7]周芳芹,汤剑. 基于 MATLAB 的图像改进型 Prewitt 图像锐化算法研究. 信息技术,2018.

- [8]沈德海,侯建,鄂旭. 基于改进的 Sobel 算子边缘检测算法[J]. 计算机技术与发展,2013(11).
 [9]聂洪印. 车牌识别系统中关键算法的研究与实现[D]. 山东大学,2009.
 [10]徐红梅. 民族服饰文化传承中的图像记录研究[D]. 西南大学,2011.
 [11]Rafael C Gonzale, Richard E. Woods, Steven L. Eddins. Digital Image Processing Using MATLAB[M]. Gatesmark Publishing, 2009.

作者简介:

杨秀璋(1991-),男,贵州凯里人,硕士,研究方向为 Web 数据挖掘、图像识别、知识图谱
 于小民(1988-),男,河北唐山人,硕士,研究方向为人工智能、机器学习、无人机图像采集
 范郁锋(1982-),男,河北石家庄人,硕士,研究方向为数据分析、人工智能、数字图像处理
 李娜(1991-),女,山西朔州人,硕士,研究方向为软件工程、Web 数据挖掘、图像识别
 收稿日期:2018-07-12 修稿日期:2018-07-20

Research on Image Sharpening and Edge Extraction Technology Based on Miao Costumes

YANG Xiu-zhang¹, YU Xiao-min², FAN Yu-feng³, LI Na⁴

(1. School of Information of Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025;

2. Guizhou Key Laboratory of Economics System Simulation, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025;

3. Department of Finance, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025;

4. Systems Engineering Research Institute, Beijing 100036)

Abstract:

The Miao costume is a cultural treasure in Chinese costumes, it integrates thousands of stories and cultural folklore into the Miao embroidery pattern through the needle and the line. Aiming at the problems of low contrast, noise and blurred lines of Miao costume images, proposes Python-based image sharpening and edge processing techniques to solve the problems in Miao costumes, through Binarization and image sharpening processing. The edge detection of Miao costume images includes Laplacian algorithm, Prewitt algorithm, Robert algorithm and Sobel algorithm. The experimental results show that the algorithm can reduce noise and improve the accuracy of edge detection. It can be widely used in the study of Miao embroidery costumes and restore the historical image data of ethnic minorities, which has certain application prospects and practical value.

Keywords:

Image Sharpening; Edge Extraction; Image Enhancement; Miao Costume; Python