

Matlab GUI 在低质量指纹图像增强中的应用

郭依正, 焦蓬蓬

(南京师范大学泰州学院, 江苏 泰州 225300)

摘 要:低质量指纹通常被定义为模糊、高噪声、低对比度等情况下的指纹。利用人体固有的指纹生理特征来进行个人身份鉴定的指纹识别技术中,图像增强技术是其中一个非常重要的步骤。低质量指纹图像增强效果直接影响低质量指纹图像的识别效果。文中在简介指纹识别过程的基础上,以一种典型的低质量指纹图像增强算法-Gabor 滤波增强算法为例,重点阐述了 Matlab GUI 设计的一般步骤及其在低质量指纹图像增强中的具体实现。对用户开发 Matlab GUI 应用程序和利用 GUI 处理图像等相关问题都有一定的借鉴意义。

关键词:图像增强;指纹识别;Gabor 滤波;Matlab GUI

中图分类号:TP319.4

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0230-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.059

Application of Matlab GUI in Enhancement of Low-quality Fingerprint Image

GUO Yi-zheng, JIAO Peng-peng

(Taizhou College of Nanjing Normal University, Taizhou 225300, China)

Abstract: The low quality fingerprint is usually defined as fingerprint which is fuzzy, noisy and low-contrast. Among the fingerprint identification technique which based on the intrinsic physiological property of fingerprint, image enhancement technology is an all-important one. The enhancement will directly affect the recognition effect of low-quality fingerprint image. Based on the introduction of the fingerprint recognition process, focus on the steps of the Matlab GUI design and its realization in the enhancement of the low quality fingerprint image, with Gabor filtering enhancement algorithm—a typical low-quality fingerprint image enhancement algorithm as example. There is certain reference significance for the user developing Matlab GUI application program and using GUI to process image, etc.

Key words: image enhancement; fingerprint recognition; Gabor filter; Matlab GUI

0 引言

Matlab^[1]不但拥有高性能数值计算能力,而且可以方便地开发出界面友好、操作简单的图形用户界面(GUI, Graphical User Interfaces)。特别是随着版本的不断更新,对 GUI 的支持也越丰富。目前已在系统仿真、图像处理、实验模拟等领域都得到了广泛的应用。

另外,随着计算机技术的飞速发展,指纹识别已成为生物特征识别的重要研究课题之一,指纹作为一种独特的身份特征已经得到了广泛的应用。指纹识别系统的性能很大程度上取决于获得的指纹图像质量,因各种原因采集到的图像往往存在不同程度的缺陷,所以对低质量的指纹图像进行图像增强以达到理想效果是低质量指纹图像预处理的重要研究内容。

文中结合低质量指纹图像增强问题,以经典的 Gabor 滤波图像增强算法为例,给出了 Matlab GUI 设计的一般步骤及具体实现过程。

1 指纹识别过程

指纹识别过程通常包括图像获取、图像预处理^[2]、特征提取^[3]、特征匹配^[4]等步骤,如图 1 所示。通常可以通过光学取像设备、晶体传感器和超声波扫描等方式获取图像;由于取像设备、光照、现场环境、手指按压力度、手指有油脂或汗渍等影响,通过取像设备获得的原始指纹图像是一幅含有多种噪声的灰度图像,所以后继要做图像预处理;接着提取指纹图像的全局特征和细节特征;最终通过特征匹配来判断两枚指纹是否

收稿日期:2012-09-25

修回日期:2012-12-28

网络出版时间:2013-03-05

基金项目:泰州市科技发展计划项目(2011056,2011057)

作者简介:郭依正(1984-),男,讲师,博士生,主要研究方向为图像处理、模式识别。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130305.0829.065.html>

来自同一手指。

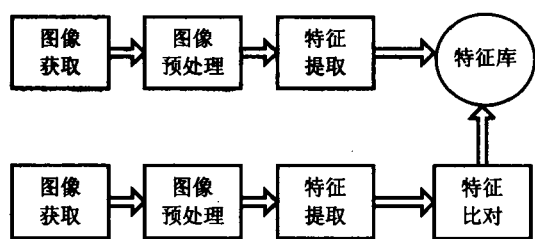


图1 指纹识别过程

其中指纹图像的预处理过程一般包括:图像规格化^[5]、指纹图像分割^[6]、纹线增强^[7]、二值化^[8]和细化^[9],如图2所示。指纹图像预处理的目的是改善输入指纹图像的质量,增强脊和谷的对比度,将它变成一幅清晰的点线图,以便后续特征提取和比对。指纹图像增强在整个指纹识别系统中的作用举足轻重。

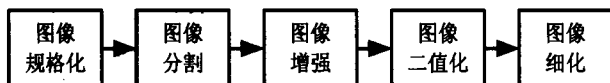


图2 指纹识别中图像预处理过程

2 低质量指纹图像增强

人们对指纹识别的研究已经有了很长的历史,且技术已经相对较为成熟。针对低质量指纹图像的增强问题,人们也提出了各种增强方法。根据图像增强处理所在的空间不同,可分为基于空间域的增强和基于频域的增强;按所处理的对象不同可分为灰度图像增强和彩色图像增强;按增强的目的还可分为光谱信息增强和时间信息增强等。

传统的图像增强的技术主要包括直方图修正、图像平滑化处理、图像尖锐化处理等。后来研究较多的有 Gabor 滤波增强、方向图法等。由于低质量指纹图像的成因各异,目前尚无通用的图像增强算法来适合所有的低质量指纹。文中暂不讨论何种增强算法更优,重点是以 Gabor 滤波增强算法这一经典指纹图像的增强算法为例,分析其 Matlab GUI 设计和实现的一般过程。

Gabor 滤波器具有频率和方向的选择特性^[10],能增强纹线和脊线间的对比度,以达到同时在时域和频域获得最佳局部化。自 Lin Hong 等人提出利用带方向的 Gabor 滤波器来做指纹图像增强后,对该算法的改进也层出不穷。Gabor 滤波器的具体数学表达式如下:

$$h(x, y, \theta, f) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{x_{\theta}^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_{\theta}^2}{\sigma_y^2} \right] \right\} \cos(2\pi f x_{\theta}) \quad (1)$$

$$x_{\theta} = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

$$y_{\theta} = -x \sin \theta + y \cos \theta \quad (3)$$

其中 (x, y) 为指纹像素点, f 为脊线的频率, θ 为脊线的方向, $\sigma_x = \sigma_y = 4$ 为高斯包络常量。

θ 和 f 反映了 Gabor 滤波器的频率选择和方向选择的特性。关于 θ 和 f 的确定可以参考文献[11]。确定脊线方向 θ 的步骤如下:

1) 图像分块。一般将图像分为 $M \times N$ 个 $W \times W$ 大小的子块,其中 $W = 2 \times d + 1$, d 为脊线间距。

2) 对每个子块中每个像素 $p(s, t)$ ($s, t = 0, 1, \dots, W - 1$),用 Sobel 算子(见图3)计算其在 x 方向的梯度 g_x 和 y 方向的梯度 g_y 。

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ -1 & 0 & -1 \end{bmatrix}_{x \text{ 方向}} \quad \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}_{y \text{ 方向}}$$

图3 Sobel 算子

3) 计算每个子块的方向,第 m 行第 n 列子块的方向 $\theta(m, n)$ 的计算公式如下:

$$\theta(m, n) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{\sum_{s=0}^{W-1} \sum_{t=0}^{W-1} 2g_x(s, t)g_y(s, t)}{\sum_{s=0}^{W-1} \sum_{t=0}^{W-1} [g_x^2(s, t) - g_y^2(s, t)]} \right] \quad (4)$$

式中, $0 \leq m < M, 0 \leq n < N, s' = s + mW, t' = t + nW$ 。

脊线频率 f 反映了脊线、谷线的分布密度情况,它被定义为两条脊线之间间距的倒数。设子块 $A(m, n)$ 的脊线间距为 d ,则脊线频率 $f(m, n) = 1/d$ 。通过定位包络中的极值点(极大值点和极小值点)可以得到相应的脊线间距,从而计算出脊线频率。

3 Matlab GUI 设计的一般步骤

图形用户界面是由各种图形对象如按钮、文本框、菜单、图轴等控件对象构建的。Matlab GUI 设计有两种方法,一是直接编写 M 文件,二是通过 Matlab GUIDE。一般使用后者,因其具有简单、直观、易于修改程序代码等优点。

GUIDE 为用户实现 GUI 设计提供了一个方便高效的集成开发环境。用户可根据需要方便地创建界面控件对象,在属性编辑器中修改对象的属性,为行为响应设置事件处理代码。

Matlab GUI 的图形用户界面设计,主要步骤包括:

(1) 明确设计任务,根据设计功能绘制设计草图。

(2) 合理地编排控件的布局。

(3) 根据需要设置各控件的属性。其中一个重要的属性是:Tag 属性,它的取值为字符串,定义了控件的标识值,在任何程序中都可以通过这个标识值控制该控件对象。

(4) 编写功能实现代码。一般包括 OpeningFcn

(初始函数)、Callback(回调函数)和 OutputFcn(输出函数)的代码设计。OpeningFcn(初始函数)用于设定各个参数的初始值,可根据实际情况设定。Callback(回调函数)是核心,是对界面控件触发时的事件响应函数。OutputFcn(输出函数)是函数运行后可以向命令行返回信息。

(5)运行及功能测试,如果有问题则需反复上述部分过程。

这里要强调一下第(4)步中的回调函数,GUI通过回调函数来完成事件驱动,如响应鼠标点击事件等。回调函数的声明一般形式为:

```
function object_Callback ( hObject, eventData, handles)
```

其中 object 为发生事件控件的 Tag 属性字符串; hObject 为发生事件的控件句柄; eventData 为保留字段; handles 是当前对象句柄,即对象控件 Tag 的属性值。

4 Matlab GUI 实现过程

开发环境为 MATLAB 7.0。首先根据功能设计 GUI 界面,打开 Matlab 程序,在 file 菜单中选择 new gui 打开 GUIDE。在 GUIDE Quick Start 选项卡中选择 Blank GUI(Default)。随后用户即可根据事先设计的草图,用鼠标将控件工具栏中需要的控件拖到设计区并合理布局。

GUIDE 创建 GUI 界面后,需要将设计好的 GUI 界面保存为在 .fig 为扩展名的文件中,系统同时自动生成相同文件名的 .m 文件。该 M 文件包含了 GUI 的初始化代码和组件界面布局的控制代码。

文中设计的界面和实现效果如图 4 所示。回调函数的主要代码如下:

```
function EnhancementButton_Callback ( hObject, eventData, handles)
```

```
% 按钮的 Tag 属性值为“EnhancementButton”,String 属性值为“Gabor 增强”
```

```
I = imread('指纹.bmp');
```

```
subplot(1,2,1);
```

```
imshow(I);
```

```
title('原始图像');
```

```
% Gabor 滤波增强处理,处理后保存在 II 中
```

```
subplot(1,2,2);
```

```
imshow(II);
```

```
title('增强后图像');
```

```
return
```

这里只设计了一个按钮,如果辅以菜单、对话框等,相信一定能设计界面更加美观、功能更加强大的 Matlab GUI 程序。



图 4 指纹增强效果


5 结束语

文中以低质量指纹图像增强为例,重点阐述了 Matlab GUI 开发的一般过程和具体实现。Matlab GUI 为用户便捷地开发界面美观、具有交互功能、直观的图形图像显示功能等应用提供了一个理想工具。特别是如能结合 Matlab 强大的数值计算能力及为各领域量身定做的各类工具箱的使用,必将为广大科研人员从事科研提供强大支撑。

参考文献:

- [1] 李海涛. MATLAB 程序设计教程[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [2] Liu Ning, Yin Yilong, Zhang Hongwei. A fingerprint matching algorithm based on delaunay triangulation net[C]//Proceeding of the fifth international conference on computer and information technology. [s. l.]:[s. n.],2005:27-29.
- [3] 佟喜峰. 低质量指纹图像处理与特征匹配技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2008.
- [4] 漆远,田捷,邓翔. 基于遗传算法的指纹图匹配算法及应用[J]. 软件学报,2000,11(4):488-493.
- [5] 孙林森,吴小培,项明. 一种有效的指纹图像预处理方法[J]. 计算机技术与发展,2009,19(2):133-136.
- [6] Kulkarni J, Patil B, Holambe R. Orientation feature for fingerprint matching[J]. Pattern Recognition,2006,39(8):1551-1554.
- [7] 焦蓬蓬,郭依正. 一种基于背景提取的视频对象分割算法[J]. 微型机与应用,2010,29(19):35-42.
- [8] Jea T, Govindaraju V. A minutia-based partial fingerprint recognition system[J]. Pattern Recognition,2005,38(1):1672-1684.
- [9] 张志涌. 精通 MATLAB R2011a[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [10] 郭依正. 基于多特征融合的医学图像识别研究[D]. 镇江:江苏大学,2007.
- [11] 李兴春,李恒文,赵胜刚,等. 区域指纹图像增强技术的研究[J]. 传感器与微系统,2007,26(10):22-24.

Matlab GUI在低质量指纹图像增强中的应用

作者：郭依正， 焦蓬蓬， GUO Yi-zheng， JIAO Peng-peng
作者单位：南京师范大学泰州学院, 江苏泰州, 225300
刊名：计算机技术与发展 
英文刊名：Computer Technology and Development
年， 卷(期)：2013, 23(7)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201307059.aspx