

自适应法分割指纹图像

The Self - adaptive Segmentation Algorithm of Fingerprint image

闵晶妍 陈红兵 (襄樊学院电信系 湖北 441053)

摘要:本文提出一种自适应指纹图像分割方法。利用指纹图像脊线和谷线的灰度值频数、纹线的方向性以及脊谷线灰度值的对比度,自适应地选择分割方法。适用于各种质量的指纹图像,阈值可以根据图像自适应地选择,避免了人为选择阈值的困难。实验结果表明,该方法分割准确,具有实际的适应性,错误分割率较低。

关键词:图像分割 指纹图像 阈值 自适应

1 引言

指纹图像与背景分离^[1]是指纹识别系统预处理中的关键一步。尽可能早地分割出前景区域(指纹脊线)可以使后续的处理能更有效地集中在前景区域,从而能节省处理时间及达到实时的目的^[2],还可以提高后续计算的精确性和特征提取的精确度^[3]。

有一些利用方向图^[4]来进行指纹图像分割的方法,这种方法的分割效果依赖于所求点方向图及块方向图的可靠性,除此之外,纹线峰平均灰度值与谷平均灰度值之差(对比度)、纹线频率等特征也常用于指纹图像的分割^[5],这些特征都有各自的优点,但也存在着缺点。本文提出一种基于前景块和背景块的指纹图像自适应分割方法,不需要改变纹线的信息,利用指纹图像脊线和谷线的灰度值频数、纹线的方向性以及脊谷线灰度值的对比度,根据纹线灰度的深浅自适应地判断是否为指纹前景信息^[6]。所谓指纹脊线是指手指皮肤上生理隆起的部分;谷线是手指皮肤上生理凹陷的部分。对于采集到的指纹图像,脊线部分是灰度值较深的纹络走向(如下图1所示的黑色纹线),而谷线是指两条脊线之间的灰度值较浅的部分。

2 算法的设计与实现

该方法主要由四部分组成,具体步骤如下:

(1) 对于指纹脊线和谷线灰度值相差较大的图像,用灰度值频数法判断是否为指纹前景区。

① 将 300×300 个像素点大小的图像分成 20×20 个块,每块大小为 15×15 个像素点。

② 求取各分块图像的灰度直方图。

③ 对每个灰度级上像素出现的频数较多的前 20 个对应的灰度值相互进行比较,所有的差值放到 m 中,若其中最大的差值数大于 $m = Td1$ (本文实验得出 $Td1$ 为 30,即 $m = 30$ 时效果较理想),则该块置为前景块。

④ 若 m 中最大的差值数小于 $m = Td2$ (本文实验得出 $Td2$ 为 15,即 $m = 15$ 时效果较理想),则该块置为背景块。

⑤ 若 m 中最大的差值数位于 $m = Td1$ 和 $m = Td2$ (即位于 $m = 15$ 和 $m = 30$) 之间,则进入第 2) 部分继续分割。

(2) 对于指纹脊线和谷线灰度值相差不大,但指纹纹线连续性较好、方向性较强的,利用指纹图像的方向性判定是否为指纹前景区。利用沿着指纹纹线的切线方向上像素的差值最小,而在垂直于指纹纹线方向上,像素的差值最大。

① 对分块图像内沿着纹线的切线方向各像素的值相互进行比较,所得的差值放到 $count1[n]$ 中,比较数量最多的差值数是否小于 $Td3$ (本文实验得出 $Td3$ 为 5,即 $Td3 = 5$ 时效果较理想)。

② 求取分块图像内沿着纹线切线的垂直方向各像素的值相互进行比较,所得的差值放到 $count2[n]$ 中,比较数量最多的差值数是否大于 $Td4$ (本文实验得出 $Td4$ 为 15,即 $Td4 = 15$ 时效果较理想)。

③ 如果(1)和(2)的条件同时满足,则把该块置为前景块。否则进入第 3) 部分继续分割。

(3) 对于指纹脊线和谷线灰度值相差不大,且纹线连续性也不好、方向性也较差的,则用以下方法判断是否为指纹前景区。

① 求取分块图像内各块的最大、最小灰度值,第 (i,j) 块的最大、最小灰度值分别记为 $LMax(i,j)$ 和 $LMin(i,j)$, $i=0,1,\dots,19$, $j=0,1,\dots,19$ 。

② 取 $Aver(i,j) = (LMax(i,j) + LMin(i,j)) / 2$ 为图像内各块的灰度中值。

③ 求取此分块图像的灰度值方差

$$Var(i,j) = \sum_{m=0}^{14} \sum_{n=0}^{14} (G(m,n) - Aver(i,j))^2$$

$G(m,n)$ 表示块内各点的灰度值。

④ 经实验选定一阈值 Td , 若 $Var(i,j) > Td$ 则块 (i,j) 为指纹图像区域, $Flag(i,j) = 1$; 否则, 为背景图像块, $Flag(i,j) = 0$ 。

(4) 对分割后的指纹图像, 根据其指纹的方向性, 进行块水平的平滑, 消除孤立的前景区。若一块被标记为前景块, 且其四周相邻的 8 块中前景块数目不超过 2, 则将该块区域置为背景块, 即 $Flag(i,j) = 0$ 。

此种方法的好处是利用指纹图像脊线和谷线的灰度值频数、纹线的方向性以及脊线谷线灰度值的对比度自适应地选择分割方法, 适用于各种指纹图像, 阈值根据图像自适应的选择, 避免了对阈值很难选择带来的麻烦。

3 实验结果与分析

本文描述的指纹图像分割方法使用公开数据集——指纹图像库 FVC2000 中的 100 幅指纹图像作为测试对象进行了实验。

图 1 是对指纹脊线和谷线灰度值相差较大方向性较强的指纹图像的分割结果; 图 2 是对脊线谷线灰度值相差不大, 质量较差的指纹图像的分割结果。

实验结果表明, 该方法对于任何质量的指纹图像均能根据图像的灰度和方向变化自适应地将前景区域和背景区域分割开来。且分割效果很理想。



指纹原图

分割后的指纹图

图 2

虽然指纹分割算法的精度没有明确的定义, 但是, 直观的视觉鉴别和考察后续处理中特征提取的准确率及预处理时间等可以说明该分割算法有较高的分割精度。用肉眼观察的结果统计表明该方法的分割精度在 95% 以上, 分割的指纹图更准确, 更接近实际。

4 结论

自适应阈值分割方法对于指纹脊、谷线灰度值相差较大、不大的指纹图像均能容易而准确地分割出背景区域和前景区域, 只求出指纹的边界而不改变指纹图, 适用于任何质量的指纹图。

本文提出的自适应阈值分割方法是基于实验基础上得到的结果, 实验结果已经充分证明了该方法能取得比较好的分割效果。

参考文献

- 1 Sahool P K. A survey of thresholding techniques [J]. Computer Vision Graphics Image Processing, 1988, 233 ~ 260.
- 2 程宏煌、戴卫恒、姚甦甦, 图像分割方法综述 [J], 电信快报, 2000 (10): 39 ~ 41.
- 3 B. M. Mehtre, B. Chatterjee. Segmentation of fingerprint images - A composite method. Pattern Recognition, 1995, 28: 1657 - 1672.
- 4 吴成柯、刘靖、徐正伟等, 图像分割的遗传算法方法 [J], 西安电子科技大学学报, 1996, 23(1): 34 ~ 40.
- 5 耿茵茵、唐良瑞, 指纹图像分级分割算法, 北方工业大学学报, 2000, 12(3).
- 6 尹义龙, 自动指纹识别系统研究, 吉林工业大学. 2000. (学位论文).



指纹原图

分割后的指纹图

图 1