

文章编号: 1672 - 058X(2009)05 - 0477 - 03

基于对称分形的虹膜图像压缩算法^{*}

贺代春

(长江师范学院 数学与计算机学院, 重庆 408003)

摘要:利用虹膜图像固有的对称特性,提出了基于对称性的快速分形虹膜图像特征区域的压缩算法;通过虹膜图像特征区域边缘的定位,确定对称轴,然后对于一值域图像块,与其匹配的定义域块被限定在其对称区域中,从而可减少定义域块的搜索范围,加快分形编码速度,最终达到加速虹膜图像压缩目的。

关键词:分形编码;虹膜图像;对称性;图像压缩

中图分类号: TN919. 81

文献标志码: A

虹膜作为重要的身份鉴别特征,具有唯一性、稳定性、可采集性、非侵犯性、不可伪造性等优点,成为生物特征认证技术研究应用的热点。目前,嵌入式系统应用非常广泛,但它的存储资源相对有限,而对于较大虹膜库,为了降低图像占用的空间,通常需要先对其中每幅虹膜进行压缩以节省存储空间。采用分形编码压缩图像,具有较高的压缩比。由于分形编码属于不对称编码,编码一幅图像需要较长时间^[1,2],解码时只需几秒就可恢复原图,加快编码速度是使分形编码走向实用化所迫切要解决的问题。在此提出了基于对称分形的快速虹膜图像特征区域的压缩算法,首先通过虹膜图像的内边缘定位,确定中心坐标点,利用虹膜的对称特性,构建对称轴,然后通过外边缘的定位,确定虹膜图像的特征区域,最后在虹膜图像的特征区域内寻找某值域块的匹配定义域块时,将搜索范围限定在与其对称的区域内,并规定不同位置值域块的对称区域范围,并通过适当的仿射变换和距离运算找出匹配块,从而可减少定义域块的搜索范围,加快分形编码速度,最终达到加速虹膜图像压缩目的。

1 虹膜图像特征区域内外边缘定位

图像采集得到的眼部图像有一定的灰度分布特点,一般而言瞳孔灰度要小于虹膜灰度,虹膜灰度小于巩膜的灰度。为了获取虹膜图像特征区域,首先使瞳孔与虹膜之间、虹膜灰度与巩膜之间的梯度增强。通过对数变换方式对图像的灰度区进行较大的拉伸,能使低值灰度的图像细节更容易看清,还可使虹膜图像的内外圆的边界梯度明显增加。再对图像采用 canny 算子进行边缘检测,可以得到清晰、完整的虹膜内外边缘。在整个图像上全局扫描数次,可分别得到虹膜内边缘的上、下、左、右的切点,从而可以定位出虹膜内边缘的圆心坐标 x_0, y_0 和半径 r_0 , 外内边缘的圆心坐标 x_1, y_1 和半径 r_1 ^[3,4]。

通过虹膜的内外边缘的定位,从而建立以内边缘圆的圆心建立坐标轴,内边缘和外边缘之间的区域为虹膜图像的特征区域^{[5][6]}。如图 1 中的图 1a 为采集到的虹膜图像,图 1b 为建立坐标轴和确定虹膜特征区域示图。

收稿日期: 2009 - 06 - 01;修回日期: 2009 - 08 - 09。

^{*} 基金项目:重庆市教委科技基金资助项目(KJ091306)。

作者简介:贺代春(1975 -),男,重庆梁平人,讲师,硕士,从事虹膜图像处理与嵌入式系统应用研究。

2 基于对称分形编码的虹膜图像压缩算法

虹膜图像的分形码实际上是将定义域块变换到对应值域块的一组压缩映射关系,定义域块的形状可取长方形、正方形或三角形,定义域块尺寸可固定或可变。在此所提出算法中,利用虹膜分布的对称性来限制定义域图像块所在的范围。虹膜图像块匹配方法采用对值域图像块适当的仿射变换与定义域图像块进行距离运算,若距离差在指定的阈值内,就认为匹配,并记录下匹配块的坐标和仿射变换的参数,否则为不匹配^[7]。

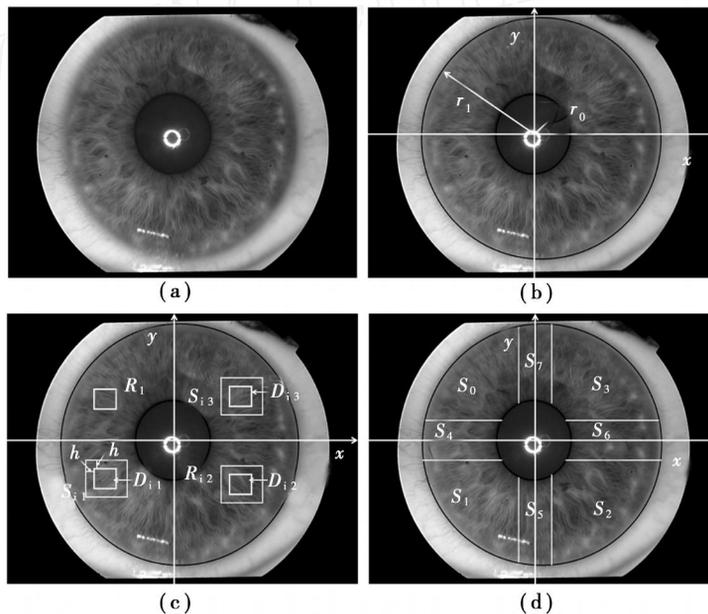


图 1 虹膜图像及各示意图

由于虹膜图像(图 1b)具有左右、上下和中心对称性,故对于值域块 R_i ,往往可在其对称的区域找到与其匹配的定义域块 D_{i1} 、 D_{i2} 和 D_{i3} ,如图 1c 所示。但由于虹膜通常有一定的姿势变化,其对称线不一定位于虹膜中央,在寻找匹配块时,可以略微扩大候选区域范围至 s_{i1} 、 s_{i2} 和 s_{i3} 区,如图 1c 所示。如在候选区 s_0 中仍未找到匹配块,则按照值域块 R_i 所在位置,分别将候选区扩大至 s_1 区、 s_2 区、 s_3 区、 s_4 区、 s_5 区、 s_6 区或 s_7 区,如图 1d 所示,即,假定值域块 R_i 在 s_1 区,则候选区扩大至 s_1 区,如值域块 R_i 在 s_2 区,则候选区扩大至 s_2 区,如值域块 R_i 在 s_3 区,则候选区扩大至 s_3 区,如值域块 R_i 在 s_4 、 s_5 、 s_6 或 s_7 区则说明 R_i 位于虹膜中间,故将候选区扩大至 s_4 、 s_5 、 s_6 或 s_7 区。基于以上讨论,在此提出以下虹膜图像压缩算法:

设候选区 s_{i1} 、 s_{i2} 和 s_{i3} 位于值域块 R_i 的对称位置,且尺寸比 R_i 大 h (如图 1c 所示)。 s_1 区、 s_2 区、 s_3 区、 s_4 区、 s_5 区、 s_6 区与 s_7 区分别分派到如图 1c 所示区域,设阈值为 T 。

- (1) 判断 $\{R_i\}$ 是否为空,如果编码完所有 R_i ,则退出,否则从中取一 R_i ;
- (2) 根据 R_i 的坐标,依次将 D_{i1} 、 D_{i2} 、 D_{i3} 确定在 s_{i1} 、 s_{i2} 、 s_{i3} 区的范围内,该范围表示为 $\{D_{ij}\}$;
- (3) 让 j 分别取值 1、2 和 3,依次在 $\{D_{ij}\}$ 中逐一取出 D_{ij} ,与当前 R_i 作仿射变换与比较,一旦 R_i 与 D_{ij} 距离小于阈值 T ,则确定 D_{ij} 为当前最佳匹配块,记录其位置及各仿射参数,最后返回(1);
- (4) 如在 $\{D_{ij}\}$ 中, R_i 与 D_{ij} 距离均大于阈值 T ,则根据当前 R_i 位置,将候选区扩大至 s_j 范围内,将该范围表示为新的 $\{D_{ij}\}$,其中 j 分别取值 1、2 和 3;
- (5) 在新的 $\{D_{ij}\}$ 中逐一取出 D_{ij} ,与当前 R_i 作仿射变换与比较,一旦 R_i 与 D_{ij} 距离小于阈值 T ,则确定 D_{ij}

为当前最佳匹配块,记录其位置及各参数,返回(1);

(6) 如在 $\{D_{ij}\}$ 中, R_i 与 D_{ij} 距离均大于阈值,则在 $\{D_{ij}\}$ 中选择最小距离对应的 D_{ij} 作为当前最佳匹配块,记录其位置及各参数,返回(1)。

假设在最坏情况下,即对所有值域块均未在候选区 s_{ij} 内找到匹配块,而候选区被扩大到虹膜图像的四分之一,则利用此算法所需编码时间仅为全面搜索方法的四分之一,说明利用此算法其编码速度明显提高。

3 结 论

虹膜作为重要的身份鉴别特征,已成为生物特征认证技术研究与应用的重点。针对虹膜固有的对称特性,提出了基于分形码的虹膜图像特征区域压缩算法,可以明显减少相似搜索范围从而有效加速分形编码速度,可应用在嵌入式等系统中。

参考文献:

- [1] JACQUIN A. Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations [C]. IEEE Transactions on Image Processing, 1992, 1(1): 18230
- [2] LEE C, Lee W. Fast fractal image block coding based on local variance [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1998, 7(6): 8882891
- [3] 何家峰,廖曙铮,叶虎年. 虹膜定位 [J]. 中国图像图形学报, 2000(3): 253-255
- [4] 王成儒,胡正平,练秋生. 一种虹膜定位算法 [J]. 计算机辅助设计与图形学学, 2002(1): 68-103
- [5] 舒红平,蒋建民. 基于灰度最优阈值的图像分割方法及应用 [J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2003(12): 80-83
- [6] 李小林,林大辉. 基于 K 均值算法的植物彩色图像分割 [J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2007(12): 553-555
- [7] GHOSH S, JAYANTA M, DAS P P. Fractal image compression: a randomized approach [J]. Pattern Recognition Letters, 25, 2004: 101321024

Iris image compression algorithm based on symmetry and fractal coding

HE Daichun

(Institute of Mathematics and Computer, Yangtze Normal University, Chongqing 408100, China)

Abstract: A fast compression algorithm of Iris image interest region based on symmetry and fractal coding is proposed by using its inherent symmetry feature. The matched domain image blocks are restricted in the symmetrical region for a range block, which can decrease the searching region of the blocks, then speed up the fractal encoding, at last, accelerate the Iris image compression.

Key words: fractal encoding; Iris image; symmetry; image compression

责任编辑:代晓红