



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101866420 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201010191412. X

5 期),

(22) 申请日 2010. 05. 28

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

(72) 发明人 王彪 黄卓彦

孟凡伟 等. 基于小波变换的体全息相关识别系统.《压电与声光》. 2009, 第 31 卷(第 1 期),

周雁 等. 基于体全息图像库的模式识别算法.《中国激光》. 2002, 第 29 卷(第 4 期),

审查员 唐娜

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 禹小明 张伟杰

(51) Int. Cl.

G06K 9/36(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101416407 A, 2009. 04. 22,

WO 2005/109311 A2, 2005. 11. 17,

黄欢 等. 基于光学体全息和小波包分解的虹膜识别实现.《光电工程》. 2007, 第 34 卷(第

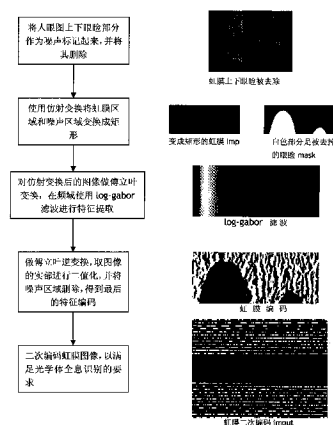
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法

(57) 摘要

本发明涉及虹膜识别技术领域,特别是一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法,对采集的虹膜图像进行处理,所述方法包括:(11)对采集的虹膜图像进行虹膜区域的定位,确定虹膜内外边缘及人眼上下眼睑;(12)确定虹膜区域后,对虹膜进行特征提取与编码;(13)对编码后的数据进行光学体全息识别二次编码。本发明用于光学体全息虹膜识别的前处理过程,实现了把光学体全息图像识别技术应用到虹膜识别领域。光学体全息虹膜识别技术是光学体全息图像识别在虹膜识别中的应用,具有并行识别虹膜的功能。采用本发明的处理方法,实现虹膜的快速定位,减少计算量、提高计算准确度,同时提高虹膜识别率。



1. 一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法,对采集的虹膜图像进行处理,其特征在于,所述方法包括:

(11) 对采集的虹膜图像进行虹膜区域的定位,确定虹膜内外边缘及人眼上下眼睑;

(12) 确定虹膜区域后,对虹膜进行特征提取与编码;

(13) 对编码后的数据进行光学体全息识别二次编码;

所述步骤(11)的具体步骤如下:

首先进行虹膜内外边缘定位,具体步骤如下:

(211) 将采集的虹膜图像按比例缩小;

(212) 进行形态学滤波;

(213) 按照亮度接近最小值和位置处于图像的中心附近为依据将图像二值化;

(214) 根据瞳孔区域的尺寸和虹膜半径之间的统计关系,确定虹膜外边缘和内边缘的搜索区域和搜索半径;

(215) 对(212)中所述形态学滤波之后的图像使用 canny 算子提取边缘,得到边缘图,并将虹膜外边缘搜索区域以外的边缘点去掉,对所有可能的半径进行霍夫变换,每一个可能半径得到的霍夫变换图中选取三个亮度最大的峰值作为候选最佳霍夫峰;

(217) 在找到外边缘半径之后,将(215)中所述边缘图放大,并将虹膜内边缘搜索区域以外的边缘点去掉,对所有可能的半径进行霍夫变换,每一个可能半径得到的霍夫变换图中选取三个亮度最大的峰值作为候选最佳霍夫峰,在所有候选最佳霍夫峰中选取符合最小判断依据的峰值点;

进行人眼上下眼睑定位,具体步骤如下:

(221) 采用霍夫变换进行圆形搜索,离瞳孔圆心最近的圆弧是上眼睑;

(222) 对 I_{mo} 进行 180 度旋转,所述 I_{mo} 的获取方法为:

先将虹膜图像进行形态学滤波得到定位图像 I_{mr} ,去除反光点和睫毛的细节,然后再进行二值化,找出在图像中心附近的低亮度区域即为瞳孔的大致区域,然后找出这一区域重心 C 和此区域测量其横纵宽度再取两者平均值作为瞳孔的大致直径 d ;将 I_{mr} 按比例缩小,然后选取以 C 为中心,直径为 $3d$ 的圆形区域作为虹膜外边缘定位的目标区域;使用 canny 算子提取 I_{mr} 的目标区域的边缘,其他部分先屏蔽掉,得到 I_{mo} ;

(223) 采用霍夫变换进行圆形搜索,离瞳孔圆心最近的圆弧是下眼睑;

(224) 得到定位结果。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述(217)所述的判断依据根据如下方式判断:

确定第 j 个可能半径的第 i 个峰值的亮度为 I_{ij} ,该峰值到瞳孔中心的距离为 D_{ij} ,所有峰值的最大亮度为 $I_{\max}$,到瞳孔中心的最短距离为 $D_{\min}$,则第 i 个峰的判断依据 S_{ij} 为:

$$S_{ij} = p_I \frac{(I_{\max} - I_{ij})}{I_{\max}} + p_D \frac{(D_{ij} - D_{\min})}{D_{\min}}, \quad \text{其中 } p_I \text{ 是亮度标准的权重, } p_D \text{ 是距离标准的权重。}$$

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,对上述步骤(224)得到的定位结果进行检查,如果不符合标准,则认为是原始的虹膜图像拍摄质量不佳,输出重新进行虹膜图像

采集的提示,所述对定位结果进行检查的具体步骤如下:

(41) 计算定位结果中瞳孔以内的平均亮度,如果高于设定的阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(42);

(42) 计算瞳孔区域外一定半径的圆环内的平均亮度,如果低于设定的阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(43);

(43) 检查虹膜外边缘中心和内边缘中心偏移是否超过阈值,如果超过阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(44);

(44) 计算上下眼睑遮蔽的面积占虹膜圆环面积的百分比,超过阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤(12)的具体步骤如下:

(51) 将人眼图上下眼睑部分作为噪声区域标记起来,并将其删除;

(52) 使用仿射变换将虹膜区域和噪声区域变换成矩形;

(53) 对步骤(52)的图像做快速傅立叶变换,在频域使用 log-gabor 滤波进行特征提取;

(54) 做傅立叶逆变换,取图像的实部进行二值化,并将噪声区域删除,得到最后的特征编码。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤(13)的具体步骤如下:

(61) 将步骤(12)编码得到的图像的每个像素,映射到二次编码图中,映射方法为原图上的一个像素对应宽度为1个像素,高度为多于1个像素的区域,该区域称为二次像素,二次像素从图像的上下两端向图像中间排列;排列完所有像素之后保持二次编码图约1/3中间区域没有二次像素;

(62) 将步骤(61)中得到的图像的行距扩大到多于1个像素。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:

所述步骤(61)将步骤(12)编码得到的图像的每个像素,映射成宽度为1个像素,高度为10~15个像素的区域;

所述步骤(62)将步骤(61)中得到的图像的行距扩大到15~20个像素。

一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及虹膜识别技术领域,特别是一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法。

背景技术

[0002] 虹膜识别具有高准确度、不容易伪造、非侵犯性等优势,被认为是最具有前景的生物识别技术。自从虹膜识别开始了商业化的进程,经过多年的发展,在算法领域技术上已经日趋成熟。光学体全息图像识别技术在虹膜识别领域的应用可以使得虹膜识别技术有进一步的发展,让虹膜识别具有同时识别多幅虹膜图像,提高虹膜识别处理大量虹膜图像的能力。

[0003] 虹膜图像识别的前处理过程包括了定位、特征提取与编码。目前比较可靠的虹膜定位的方法主要有微积分算法方法和边缘提取与霍夫变换结合的方法;特征提取方法有 gabor 小波和 log-gabor 滤波等方法。

[0004] 但是现有技术并没有把光学体全息图像识别技术应用到虹膜识别领域。

发明内容

[0005] 本发明提供一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法,以解决现有技术并没有把光学体全息图像识别技术应用到虹膜识别领域的技术问题。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种用于光学体全息虹膜识别的图像前处理方法,对采集的虹膜图像进行处理,所述方法包括:

[0008] (11) 对采集的虹膜图像进行虹膜区域的定位,确定虹膜内外边缘及人眼上下眼睑;

[0009] (12) 确定虹膜区域后,对虹膜进行特征提取与编码;

[0010] (13) 对编码后的数据进行光学体全息识别二次编码。

[0011] 作为一种优选方案,所述步骤(11)的具体步骤如下:

[0012] 首先进行虹膜内外边缘定位,具体步骤如下:

[0013] (211) 将采集的虹膜图像按比例缩小;

[0014] (212) 进行形态学滤波;

[0015] (213) 按照亮度接近最小值和位置处于图像的中心附近为依据将图像二值化;

[0016] (214) 根据瞳孔区域的尺寸和虹膜半径之间的统计关系,确定虹膜外边缘和内边缘的搜索区域和搜索半径;

[0017] (215) 对(212)中所述形态学滤波之后的图像使用 canny 算子提取边缘,得到边缘图,并将虹膜外边缘搜索区域以外的边缘点去掉,对所有可能的半径进行霍夫变换,每一个可能半径得到的霍夫变换图中选取三个亮度最大的峰值作为候选最佳霍夫峰;

[0018] (217) 在找到外边缘半径之后,将(215)中所述边缘图放大,并将虹膜内边缘搜索

区域以外的边缘点去掉,对所有可能的半径进行霍夫变换,每一个可能半径得到的霍夫变换图中选取三个亮度最大的峰值作为候选最佳霍夫峰,在所有候选最佳霍夫峰中选取符合最小判断依据的峰值点;

[0019] 进行人眼上下眼睑定位,具体步骤如下:

[0020] (221) 采用霍夫变换进行圆形搜索,离瞳孔圆心最近的圆弧是上眼睑;

[0021] (222) 对 I_{mo} 进行 180 度旋转,所述 I_{mo} 的获取方法为:

[0022] 先将虹膜图像进行形态学滤波得到定位图像 I_{mr} ,去除反光点和睫毛的细节,然后再进行二值化,找出在图像中心附近的低亮度区域即为瞳孔的大致区域,然后找出这一区域重心 C 和此区域测量其横纵宽度再取两者平均值作为瞳孔的大致直径 d ;将 I_{mr} 按比例缩小,然后选取以 C 为中心,直径为 $3d$ 的圆形区域作为虹膜外边缘定位的目标区域;使用 $canny$ 算子提取 I_{mr} 的目标区域的边缘,其他部分先屏蔽掉,得到 I_{mo} ;

[0023] (223) 采用霍夫变换进行圆形搜索,离瞳孔圆心最近的圆弧是下眼睑

[0024] (224) 得到定位结果;

[0025] 作为进一步的优选方案,所述步骤(217)所述的判断依据根据如下方式判断:

[0026] 确定第 j 个可能半径的第 i 个峰值的亮度为 I_{ij} ,该峰值到瞳孔中心的距离为 D_{ij} ,所有峰值的最大亮度为 I_{max} ,到瞳孔中心的最短距离为 D_{min} ,则第 i 个峰的判断依据 S_{ij} 为:

$$S_{ij} = p_I \frac{(I_{max} - I_{ij})}{I_{max}} + p_D \frac{(D_{ij} - D_{min})}{D_{min}}, \text{ 其中 } p_I \text{ 是亮度标准的权重, } p_D \text{ 是距离标准的权重。在}$$

本发明中优选 $p_I=0.3$, $p_D=0.7$ 。

[0027] 作为一种优选方案,

[0028] 对上述步骤(224)得到的定位结果进行检查,如果不符合标准,则认为是原始的虹膜图像拍摄质量不佳,输出重新进行虹膜图像采集的提示,所述对定位结果进行检查的具体步骤如下:

[0029] (41) 计算定位结果中瞳孔以内的平均亮度,如果高于设定的阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(42);

[0030] (42) 计算瞳孔区域外一定半径的圆环内的平均亮度,如果低于设定的阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(43);

[0031] (43) 检查虹膜外边缘中心和内边缘中心偏移是否超过阈值,如果超过阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示,否则执行步骤(44);

[0032] (44) 计算上下眼睑遮蔽的面积占虹膜圆环面积的百分比,超过阈值则输出重新进行虹膜图像采集的提示。

[0033] 作为一种优选方案,所述步骤(12)的具体步骤如下:

[0034] (51) 将人眼图上下眼睑部分作为噪声区域标记起来,并将其删除;

[0035] (52) 使用仿射变换将虹膜区域和噪声区域变换成矩形;

[0036] (53) 对步骤(52)的图像做傅立叶变换,在频域使用 $\log$ -gabor 滤波进行特征提取;

[0037] (54) 做傅立叶逆变换,取图像的实部进行二值化,并将噪声区域删除,得到最后的特征编码;

[0038] 作为一种优选方案,所述步骤(13)的具体步骤如下:

[0039] (61)将步骤(12)编码得到的图像的每个像素,映射到二次编码图中,映射方法为原图上的一个像素对应宽度为1个像素,高度为多于1个像素的区域,该区域称为二次像素,二次像素从图像的上下两端向图像中间排列。排列完所有像素之后保持二次编码图约1/3中间区域没有二次像素;

[0040] (62)将步骤(61)中得到的图像的行距扩大到多于1个像素。

[0041] 作为进一步的优选方案:

[0042] 所述步骤(61)将步骤(12)编码得到的图像的每个像素,映射成宽度为1个像素,高度为10~15个像素的区域;

[0043] 所述步骤(62)将步骤(61)中得到的图像的行距扩大到15~20个像素。

[0044] 本发明用于光学体全息虹膜识别的前处理过程,实现了把光学体全息图像识别技术应用到虹膜识别领域。光学体全息虹膜识别技术是光学体全息图像识别在虹膜识别中的应用,具有并行识别虹膜的功能。本发明针对光学体全息图像识别的特点对虹膜图像进行前处理,具有一般虹膜识别前处理的功能,同时又符合光学体全息图像识别的要求。采用本发明的处理方法,实现虹膜的快速定位,减少计算量、提高计算准确度,同时提高虹膜识别率。

附图说明

[0045] 图1为形态学滤波后的人眼图;

[0046] 图2为瞳孔大致区域;

[0047] 图3为限制后的边缘图;

[0048] 图4为对图3进行霍夫变换后的霍夫变换图;

[0049] 图5为虹膜编码示意图;

[0050] 图6为原始的人眼图像;

[0051] 图7为采用本发明对图6图像的虹膜定位;

[0052] 图8为虹膜定位流程图;

[0053] 图9为二次编码后的输出图。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行进一步详细的说明。

[0055] 本发明需要完成三个功能:虹膜区域的定位、虹膜特征提取与编码、光学体全息识别二次编码。

[0056] 1. 虹膜内外边缘以及上下眼睑的定位

[0057] 本发明的虹膜定位算法采用形态学滤波和 hough 变换相结合,通过粗定位减少边缘点的数量以达到减少运算时间,提高运算速度的目的。虹膜定位包括了虹膜内外边缘和上下眼睑的定位。

[0058] 虹膜内外边缘定位如图1~图4所示。如图1所示,在进行 hough 变换之前,首先将图像按一定的比例缩小,然后使用形态学滤波除去不必要的细节(睫毛、瞳孔内的反光点,皮肤的反光点,虹膜纹理等),形态学滤波需要先进行图像打开然后再进行图像关闭,这

些操作都需要一个结构元素来完成。这里采用圆形的结构元素,适当选择这个结构元素的半径,就可以去除图像中一定尺寸以下的细节结构,这些结构的边缘会被弱化,亮度会和附近的像素相近,在边缘提取时不会成为边缘。

[0059] 然后如图 2 所示,按照亮度接近最小值和位置处于图像的中心附近为依据将图像二值化,找到瞳孔的大致区域。瞳孔区域亮度接近最小值,而且不位于人眼图像的四个边角(四个边角的亮度一般很低,也接近最小值),经过形态学滤波之后只要符合这两个条件,可以保证是瞳孔的大致区域。

[0060] 根据瞳孔区域和虹膜的尺寸和虹膜半径之间的统计关系(瞳孔的半径是虹膜半径的 0.1 ~ 0.8,虹膜区域位于全图纵向的 1/3 中心和横向的 1/3 中心),这样就可以大致确定虹膜外边缘的搜索区域和搜索半径。将得到的瞳孔区域做以下的处理:求出瞳孔区域的平均横纵坐标(即重心)作为瞳孔的大致中心,然后求出瞳孔区域中各像素离瞳孔中心的最大距离作为瞳孔的大致半径

[0061] 按照 Daugman 教授的研究结果,瞳孔的半径是虹膜半径的 0.1 ~ 0.8.,所以有上述瞳孔大大致半径得到虹膜的大致半径范围,这范围内的多个整数就是多个可能的半径。

[0062] 在找到外边缘半径之后,将图像放大,根据外边缘找到内边缘的搜索区域和搜索半径。这是为了让搜索内外边缘时具有相同的精度。内边缘的半径比外边缘要小,所以在搜寻内边缘时采用更大的比例。一般采用将采集的虹膜图像放大为两倍的比例。内半径的大致范围就是瞳孔的大致范围。将这个大致值的 0.5 作为可能内边缘半径的下限,1.5 倍作为上限,采用和搜索外边缘相同的方法搜索内边缘。

[0063] 对形态学滤波之后的图像使用 canny 算子提取边缘,对所有可能的半径进行霍夫变换,每一个可能半径得到的霍夫变换图中选取三个亮度最大的峰值作为候选最佳霍夫峰;

[0064] 假设存在 10 个可能的半径,则会进行 10 次霍夫变换,每次使用一个不同的半径、得到 3 个最亮的峰值,总共有 $3 \times 10 = 30$ 个峰值。然后在这 30 个峰值之中按照下述判断依据来找出最合适的峰值。

[0065] 判断依据:

[0066] 通过 hough 变换每一个可能的半径会有一个 hough 变换图,称为一层。这样可以得到一系列的峰值点。如果只依靠最大亮度来判断虹膜边缘是很容易出错的。在筛选峰值点的时候加入位置的限制条件将有效的提高定位的准确度。第 j 层第 i 个峰的亮度为 I_{ij} ,到图 2 亮像素中心区域的距离为 D_{ij} ,所有峰的最大亮度为 $I_{\max}$,到图 2 亮像素中心区域的最短距离为 $D_{\min}$ 。第 i 个峰的判断依据为:

$$S_{ij} = p_I \frac{(I_{\max} - I_{ij})}{I_{\max}} + p_D \frac{(D_{ij} - D_{\min})}{D_{\min}} \text{ 其中 } p_I \text{ 是亮度}$$

标准的权重, p_D 是距离标准的权重。在本文的工作中 $p_I = 0.3$, $p_D = 0.7$ 。找 S_{ij} 的最小值可以确定圆形的圆心和半径,从而完成边缘的定位。

[0067] 在上述的过程中不用检查还有未判断的半径,因为半径的可能范围是已知的,所有在此范围内的整数半径都要做霍夫变换。

[0068] 上下眼睑的检测也是使用 hough 变换进行圆形的搜索,和虹膜内外边缘检测不同的是判断最佳霍夫峰的标准。霍夫变换可以知道一个圆形的圆心和半径,所以上述方法在确定虹膜内边缘,即瞳孔时就已经得出了瞳孔的圆心。在眼睑检测中由于眼睑之上也存在

弧度和眼睑相近的纹理,所以位置是主要判据:离瞳孔圆心最近的圆弧是眼睑。

[0069] 最后还要进行定位的检查。检查指标有 4 个:

[0070] a) 计算定位结果中瞳孔以内的平均亮度,如果高于设定的阈值则表明瞳孔半径找得太大或者眼睑把瞳孔部分区域遮蔽了;

[0071] b) 计算瞳孔区域外一定半径的圆环内的平均亮度,如果低于设定的阈值则表明瞳孔半径找得太小,上述一定半径的圆环一般为瞳孔半径 1.0 倍~1.3 倍的圆环;

[0072] c) 如果瞳孔定位正确,但是虹膜外边缘中心和内边缘中心偏移超过阈值,则表明外边缘定位错误;

[0073] d) 计算上下眼睑遮蔽的面积占虹膜圆环面积的百分比,超过阈值则表明眼睑定位错误或者眼睑遮蔽虹膜区域过大。

[0074] 如果这 4 条指标有一条不合格,将会得到定位失败的结果,提示要重新采集虹膜图像进行定位。

[0075] 2. 虹膜特征提取与编码

[0076] 算法流程图如图 5 所示:

[0077] (51) 将人眼图上下眼睑部分作为噪声区域标记起来,并将其删除;

[0078] (52) 使用仿射变换将虹膜区域和噪声区域变换成矩形,如(51)所述,噪声区域是上下眼睑部分。(51)中将噪声标记起来的意思是生成一个与原图相同尺寸的二值化图像,该图上白像素表示在原图中相同位置的像素是噪声。(52)中使用放射变换需要将原图和上述的噪声二值化图都分别变换成矩形;

[0079] (53)对步骤(52)的图像做快速傅立叶变换,在频域使用 log-gabor 滤波进行特征提取;

[0080] (54)做傅立叶逆变换,取图像的实部进行二值化,并将噪声区域删除,得到最后的特征编码;

[0081] 将虹膜图像中眼睑遮盖的部分去掉,然后将定位找到的虹膜部分进行仿射变换得到 Imp,同时将眼睑部分也做仿射变换,生成一个对应的 mask,然后对 Imp 进行 log-Gabor 滤波,并取其实部进行二值化,然后和 mask 做与运算得到虹膜编码。

[0082] 3. 光学体全息识别二次编码

[0083] 将特征提取得到的虹膜编码进行二次编码。二次编码后的图像尺寸由体全息图像识别光路中的 SLM 分辨率决定。这里称二次编码之前的输入图像为 imin,二次编码后的输出图像为 Imout。Imout 的像素数比 imin 的大。imin 中的一个像素对应 Imout 中的一个宽度为 1 像素,高度为 10 像素的区域,此区域称为二次像素。所以 imin 中的一行对应应在 Imout 中就成为上下宽度为 10 像素的条纹。针对光学体全息图像识别的特点,降低像素之间的垂直串扰,Imout 中的条纹间隔为 15 像素,并且将 imin 中的像素排列到 Imout 的上下两端,Imout 的中间不排列 imin 的像素。

[0084] 实验证明上述的二次编码方法在光学体全息图像识别中可以减低像素之间之间的串扰,提高识别率。采用中科院虹膜数据库 CASI\version2\device1\中的 37 人的虹膜图像作为实验对象。用光学体全息图像识别方法进行识别,无二次编码的图像识别率为 91%,二次编码后的识别率为 100%。如图 6 所示,为原始的人眼图像,采用图源为 CASI 数据库 version2\device1\0055\0055_005.bmp;图 7 为采用本发明进行虹膜定位的效果图。

[0085] 图 8 为虹膜定位流程图,左边是定位流程,右边是对应步骤的效果图。虹膜定位采用形态学和 hough 变换相结合的方法寻找虹膜的内外边缘和上下眼睑。先将虹膜图像进行形态学滤波得到定位图像 Imr ,去除反光点和睫毛等不需要的细节,然后再进行二值化,找出在图像中心附近的低亮度区域即为瞳孔的大致区域,然后找出这一区域重心 C 和此区域测量其横纵宽度再取两者平均值作为瞳孔的大致直径 d 。将 Imr 按比例缩小,然后选取以 C 为中心,直径为 $3d$ 的圆形区域作为虹膜外边缘定位的目标区域。使用 canny 算子提取 Imr 的这部分区域的边缘,其他部分先屏蔽掉,得到 Imo ,然后以 d 作为参照选取一定的半径搜索区域对 Imo 使用 hough 变换寻找虹膜的外边缘。以 Imo 作为 hough 变换的对象可以减少边缘点的数量,减少运算的时间,同时屏蔽了其他噪声,增加了定位的准确性。找到虹膜外边缘之后将 Imo 按比例适当的放大,然后以 d 为参照划定一定的范围作为虹膜内边缘搜索半径进行 hough 变换,寻找虹膜内边缘。这样做可以保证内边缘的搜索精度和外边缘是一致的。

[0086] 根据虹膜外边半径为参照将 Imo 上半部分一定区域截取下来,然后以虹膜外边缘半径的一定倍数为搜索半径使用 hough 变换寻找上眼睑。然后将 Imo 旋转 180 度,截取出一个含有眼睑的区域使用同样的方法搜寻下眼睑。图 9 为二次编码后的输出图 $Imout$ 。

[0087] 具体编码时,使用 matlab 编写算法源代码编译成动态连接库供 C++ 调用处理虹膜图像,以 CASI 数据库 version2\device1 文件夹中的 37 人虹膜图像为实验对象,进行图像前处理后做光学体全息虹膜识别,识别率为 100%,平均每幅图处理时间为 3.6 秒。

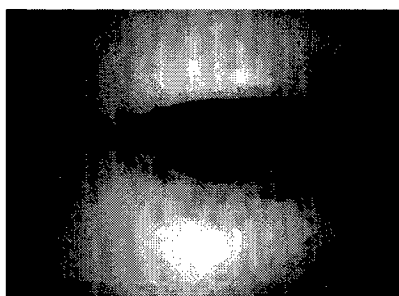


图 1



图 2

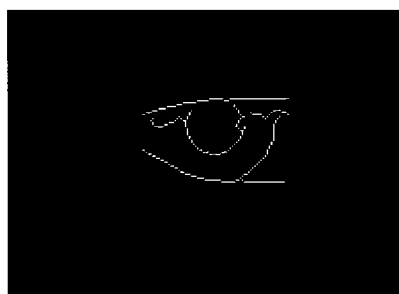


图 3

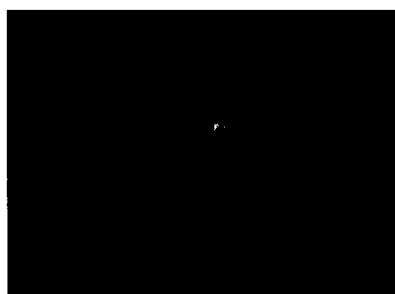


图 4

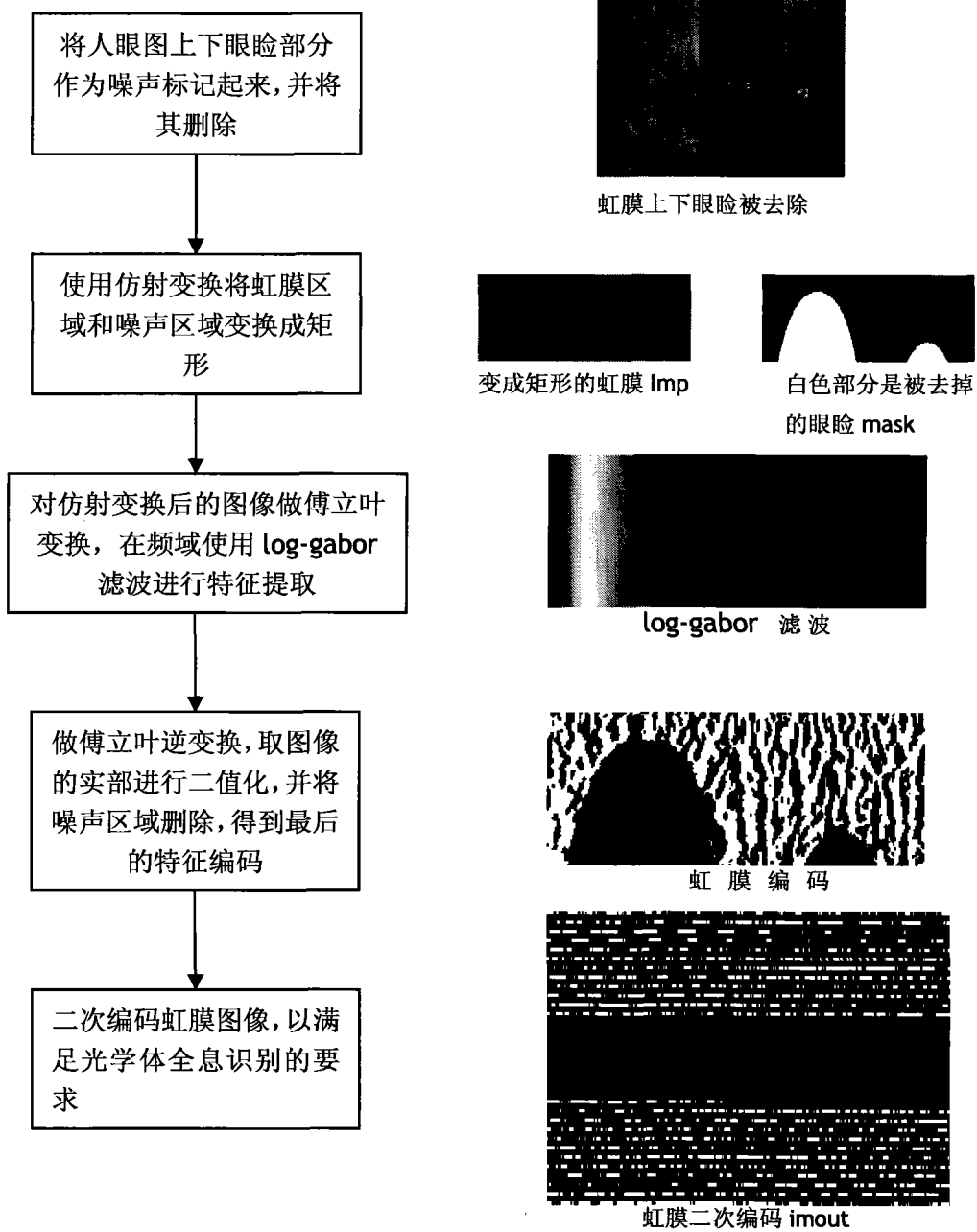


图 5

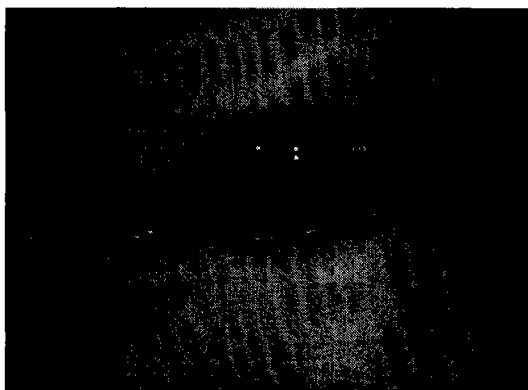


图 6

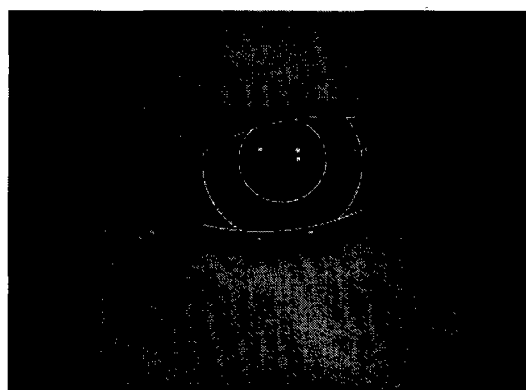


图 7

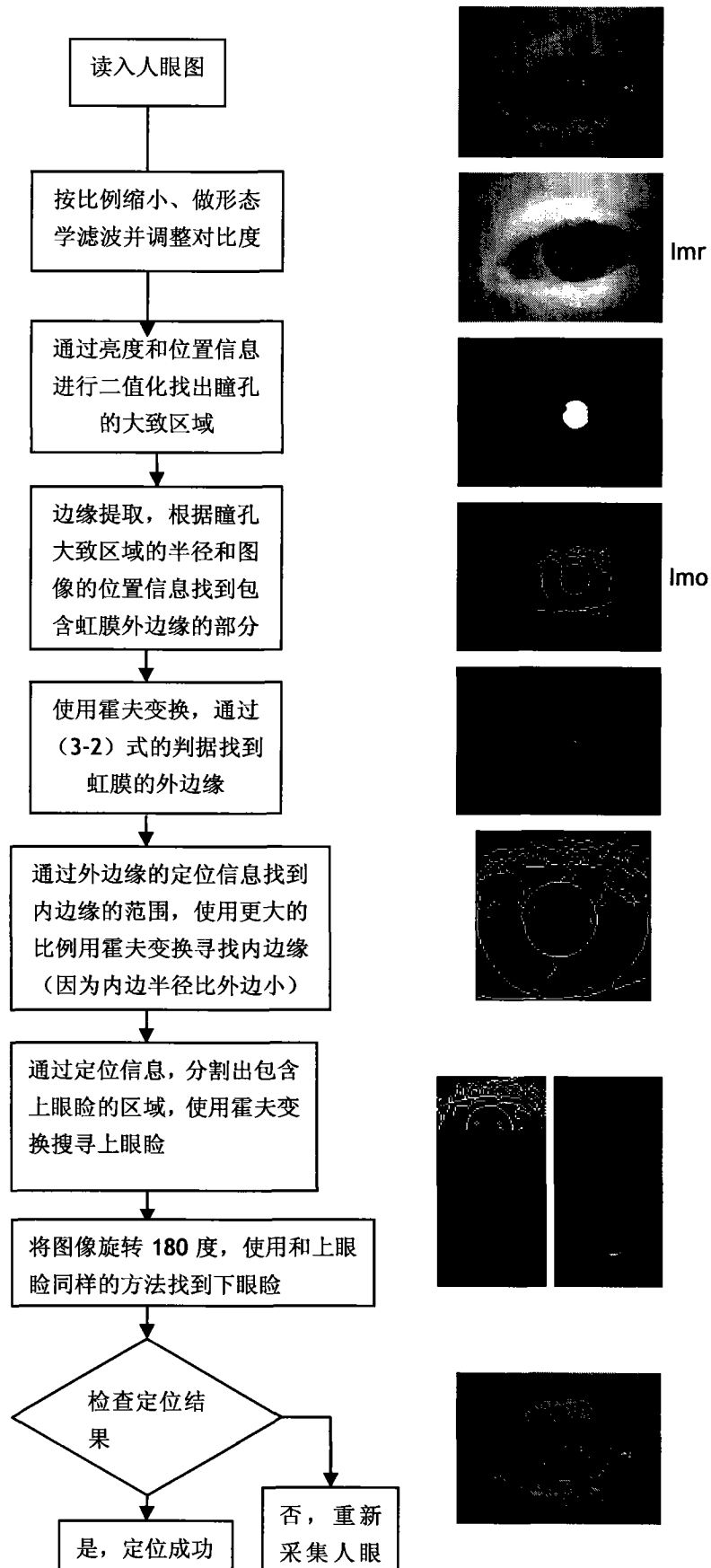


图 8

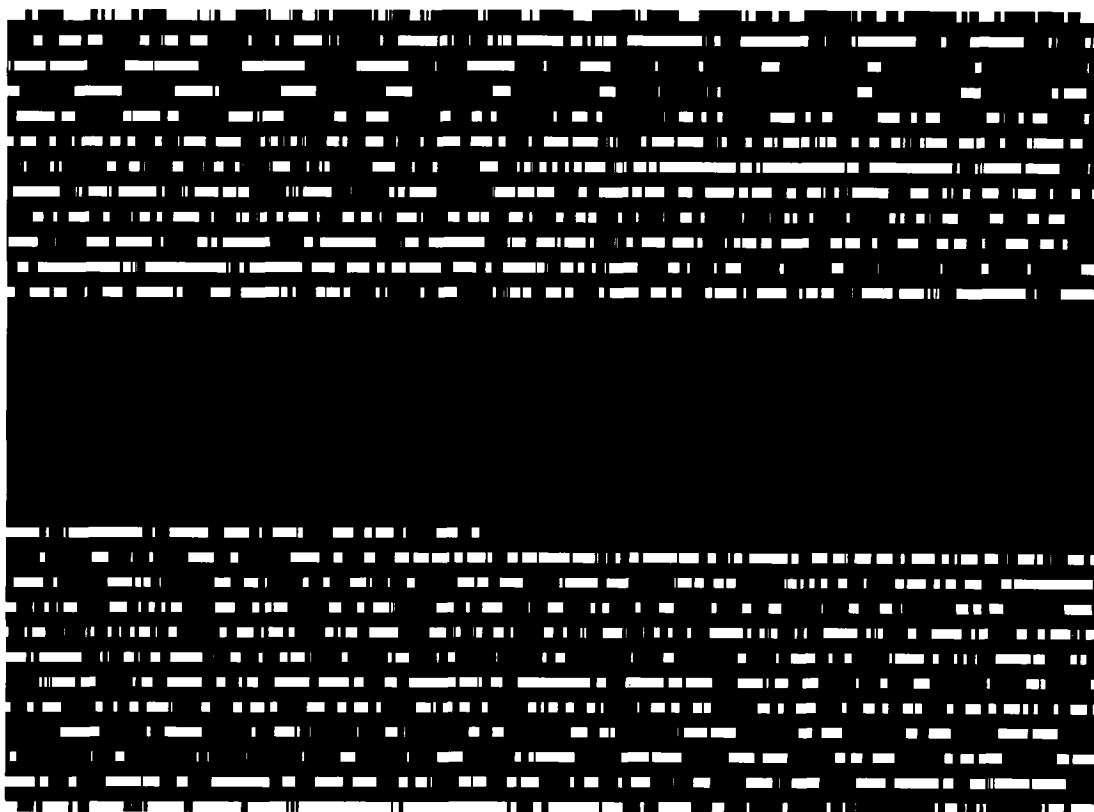


图 9