

# 一种精确的虹膜定位方法

王延年 赵朗月 刘会敏

(西安工程大学电子信息学院 西安 710048)

**摘要:**虹膜定位是虹膜识别中极为关键的一步,选择了一种基元模式来进行虹膜内边缘定位。为了使提取的内边缘更加精确,先对采集的虹膜图像进行除燥去、光斑、归一化等处理,再设定方窗函数及双阈值,来定义基元模式,通过基元模式提取虹膜内边缘纹理信息进行边缘定位。最后选取了 CASIA-Iris, UBIRIS-V1 和 MMU-IrisV1 虹膜数据库中虹膜图像在 MATLAB 2010b 上与 Daugman 和 Wildes 两种算法进行性能测试,实验证明,此方法准确率很高,耗时较短,可以有效精确定位虹膜内边缘,具有较好的应用价值。

**关键词:**基元模式; 方窗函数; 双阈值; 虹膜内边缘

**中图分类号:** TN2      **文献标识码:** A      **国家标准学科分类代码:** 510.4050

## An accurate iris location method

Wang Yannian Zhao Langyue Liu Huimin

(College of Electronic Information Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** Iris location is a very critical step in iris recognition. In this paper, we chose a primitive model to locate the inner edge of the iris. In order to make the extracted inner edge more accurate, the iris image of the collected image was divided into light and normalized, then the window function and the double threshold were set to define the primitive model. Edge texture information for edge location. Finally, the iris images of CASIA-Iris, UBIRIS-V1 and MMU-IrisV1 iris database were selected and tested on the MATLAB2010b with Daugman and Wildes. The experiment proved that this method was very accurate and time-consuming. The precise positioning of the inner edge of the iris has a good application value.

**Keywords:** primitive mode; square window function; double threshold; iris inner edge

## 0 引言

随着科技的发展,生物识别技术<sup>[1]</sup>得到了充分的发展,其中虹膜识别<sup>[2]</sup>技术以其高稳定性和高防伪性等显著优点,被认为是最具研究意义和市场潜力的身份识别技术,已在国防、金融业以及门禁系统等方便得到广泛的应用<sup>[3]</sup>。具体的过程包括虹膜预处理、特征提取和匹配识别3个部分。

虹膜定位是虹膜预处理中的一部分,是虹膜识别系统中重要的一步<sup>[4]</sup>。传统的虹膜边界定位算法有 Daugan<sup>[5]</sup>提出的积分/微分算子(integro differential operator); Wildes<sup>[6]</sup>提出的边缘检测结合 Hough 变换; Boles<sup>[7]</sup>等人提出了一种基于小波变换过零点检测的虹膜识别算法。虹膜内边缘附近的纹理非常丰富<sup>[8]</sup>,虹膜定位的重心主要

是虹膜内边缘定位,近几年随着可植入式隐形眼镜的出现,对虹膜定位的精度要求越来越高,本文提出了一种精确的虹膜内边缘定位方法。

## 1 虹膜预处理

虹膜预处理<sup>[9]</sup>是虹膜特征提取中非常重要的步骤,是对原始输入的虹膜图像序列进行各种处理,主要包括虹膜图像采集、虹膜定位、图像归一化等。采集的虹膜图像会存在会多干扰,如眼睑、睫毛和光斑等的干扰,且每个人的虹膜图像大小是不同的,即使是同一个人,虹膜图像也会因为成像条件差别产生不同的大小,在采集虹膜图像时,周围的光线环境会影响瞳孔的大小,光强时瞳孔大,光弱时瞳孔小<sup>[10]</sup>,如图1所示。所以需要对虹膜图像进行定位去噪,归一化处理。

收稿日期:2017-05

本文采用区域生长<sup>[11]</sup>的方法去除光斑,如图2所示,采用数学形态学<sup>[12]</sup>去除图像中眼睑、睫毛的干扰,采用文献<sup>[13]</sup>中的方法进行图像归一化处理,如图3所示,用极坐标转换的方法将原直角坐标转换为极坐标。

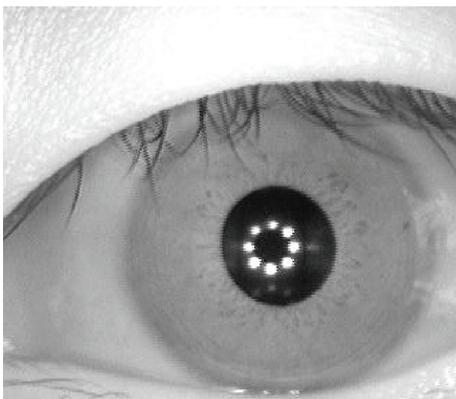


图1 采集的虹膜图像

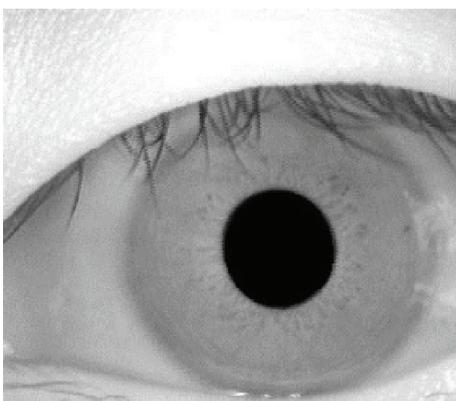


图2 去除光斑的虹膜图像



图3 归一化后的虹膜图像

## 2 虹膜图像定位

### 2.1 基元数学模型

基元是一种描述图像之间像素灰度变化程度的基本单元<sup>[14]</sup>,结构由图像中心像素点及其8邻域点组成,定义在一个 $3 \times 3$ 的正方形上,如图4所示,其中 $x$ 为中心像素点,1,2,3,4,5,6,7,8位基元中像素点的排列顺序。

图像中基元结构的8邻域点元素的像素灰度值与中心元素点像素灰度值的关系反应出了图像的纹理关系。本文中,为了描述这种关系,计算基元结构中8个像素点与中心像素点的灰度差,将灰度差的绝对值与阈值相比较,判断是大于、等于还是小于。

1	2	3
4	$x$	5
6	7	8

图4 基元结构

定义灰度差为 $q_i$ , $|q_i|$ 与阈值 $a, b$ 的大小关系定义为基元模式,即:

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8\} \quad (1)$$

式中: $p_i \in \{0, 1, 2\}$ ,即,当 $|q_i| \geq a$ 时, $p_i = 2$ ;当 $|q_i| < b$ 时, $p_i = 0$ ;当 $|q_i|$ 介于 $a, b$ 之间时, $p_i = 1$ 。

### 2.2 特征向量的选择

将每一幅图像中窗口内标号为 $n$ 的模式 $P(n)$ 出现的频数 $F(P(n))$ 进行统计,并按照编号顺序组成向量,由于基元模式中 $p_i$ 可以取0,1,2,3种值,所以图像中可能出现的模式总数为38。将整个图像出现的频数 $F(P(n))$ 按顺序组成向量:

$$\mathbf{V} = \{F(P(n)), n = 0, 1, 2, \dots, 38 - 1\} \quad (2)$$

不同的纹理图像得到的向量 $\mathbf{V}$ 是不同的,所以可以用 $\mathbf{V}$ 来表示虹膜图像的某个特征。为了保证每个向量长度都为38,图中没有出现的模式频数置为0。

### 2.3 虹膜内边缘定位过程

当 $P$ 中全为2时,说明中心像素点与8邻域点间的灰度变化较大,在图像中边缘出现较多,当 $P$ 中只有一个2,其他全是1时,也属于边缘区域,其余为非边缘区域。提取过程如图5所示。具体步骤如下:

- 1) 计算出 $\mathbf{V}$ ;
- 2) 横向滑动设置好的窗口,计算出每个窗口中边缘区域出现的频数总数与非边缘区域出现的频数总数之商,商达到最大值时所对应的中心像素点就是边缘点;
- 3) 将得到的边缘点连接起来,就得到了虹膜内边缘线。

内边缘提取结果如图5所示。



图5 内边缘提取结果

## 3 测试结果和分析

本文选取了CASIA-Iris, UBIRIS-V1和MMU-IrisV1虹膜数据库,使用仿真软件MATLAB2010b来验证本文所提方法的性能。

### 3.1 测试数据的设定

#### 3.1.1 窗口尺寸的选择

本文中窗口需要统计边缘区域与非边缘区域出现的

频数总和,统计函数是一个方窗函数<sup>[15]</sup>,如式(3)所示:

$$G_{x,y}(c) = \begin{cases} 1, & |x| \leq w; |y| \leq w \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

式中: $w$ 为窗口大小。定义原始虹膜图像为 $IO$ ;在 $w$ 大小的窗口下平滑图像为 $IS_w$ ,即以 $IO$ 中每个像素点为中心, $w$ 为窗口,计算窗口中每个像素的灰度算术平方值作为该点的新灰度值;差值图像为 $ID_w = IO - IS_w$ ;原始虹膜图像灰度值方差为 $\sigma^2$ ;差值图像 $ID_w$ 的平方平均值为 $S_w$ ;平方平均值与方差之差为 $\Delta_w = |\sigma^2 - S_w|$ 。从最小的窗口 $3 \times 3$ 开始,即 $w=3$ ,逐步增大 $w$ 的值( $w=5,7,9,\dots,127$ ),以 $w$ 为横坐标, $\Delta_w$ 为纵坐标,以响应时间 $S$ 为纵坐标,绘制曲线图如图6所示。

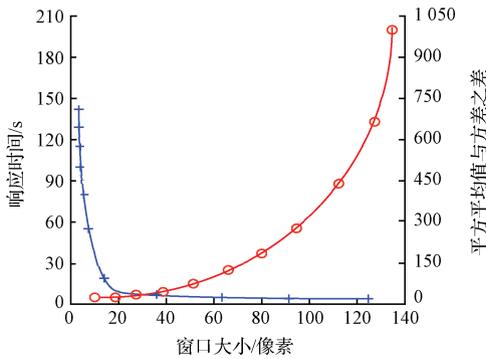


图6 窗口大小与 $\Delta_w$ 、响应时间关系图

由图6观察可得,当 $w$ 达到一定大小时, $\Delta_w$ 曲线趋于稳定,但是随着 $w$ 增大, $S$ 逐渐增大,所以在确保提取精度的前提下,选择响应时间尽量短的窗口,窗口大小在 $13 \times 13 \sim 21 \times 21$ 时都满足要求,本文选择的窗口大小是 $15 \times 15$ 的。

### 3.1.2 双阈值的确定

将去除过光斑、睫毛干扰的眼部图像进行直方图统计,如图7所示,可以看出,灰度图中有3个波峰,分别代表眼睛图像的3个区域,第一个波峰对应瞳孔区域,第二个波峰对应虹膜区域,而第3个波峰对应眼睛图像的其他区域。虹膜区域的灰度值在大约在 $20 \sim 100$ 之间,瞳孔区

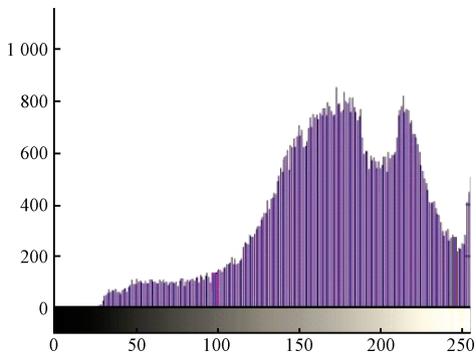


图7 灰度直方图

域的灰度值大于在 $100 \sim 200$ 之间。为了确保边缘区域与非边缘区域都可出现,阈值 $a$ 不可过大,阈值 $b$ 不可过小,经过实验,本文中选取 $a=52, b=127$ 。

### 3.2 虹膜内边缘定位

使用上文中设定的窗口大小以及双阈值,选取虹膜库中图像进行内边缘精确定位性能验证。提取结果如图8所示。

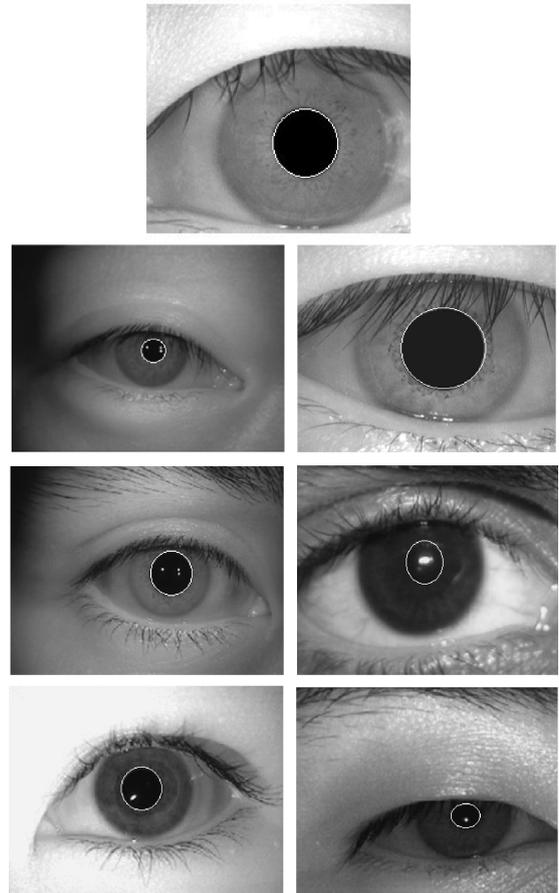


图8 虹膜内边缘提取结果

为了进一步验证本文方法的有效性,将本文的方法与Daugman算法与Wides算法进行比较,结果如表1所示。

表1 本算法与其他算法的结果比较

算法	平均总定位时间/s	准确率/(%)
Daugman	3.01	96.34
Wides	1.65	93.59
本文方法	1.70	98.89

## 4 结论

针对虹膜图像的性质,本文提出了使用基元模式来精确提取虹膜内边缘。通过虹膜库中的样本进行了仿真实验,结果表明,该方法定位精确度高,耗时较短,具有较好

的应用价值。

#### 参考文献

- [1] 肖宾杰. 基于独立成分分析的指静脉识别研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2012, 26(10): 841-845.
- [2] 邹德旋, 王鑫, 陈传虎, 等. 基于改进粒子群的虹膜定位算法[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 1056-1063.
- [3] 冯永康, 慈艳柯. 基于虹膜识别技术的门禁系统研究[J]. 科技展望, 2016, 26(33): 121.
- [4] 王延年, 刘婷, 牛飞婷, 等. 改进的虹膜图像定位分割算法[J]. 激光杂志, 2015, 36(5): 11-13.
- [5] 苑玮琦, 王浩. 一种基于椭圆投影的非理想虹膜定位算法[J]. 电子学报, 2011, 39(4): 958-962.
- [6] 刘笑楠, 苑玮琦, 张波. 基于组合窗口搜索的虹膜块状纹理检测[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(8): 1900-1906.
- [7] 万洪林, 李宝生, 韩民, 等. 基于非线性尺度空间的非理想虹膜边界定位[J]. 通信学报, 2014, 35(3): 208-215.
- [8] 苑玮琦, 白晓光. 一种新颖的虹膜轮廓提取方法[J]. 光学学报, 2009, 29(8): 2158-2163.
- [9] 苑玮琦, 朱立军. 基于线性模板和模糊规则的虹膜坑洞纹理检测[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(6): 1363-1371.
- [10] 陈健, 郑绍华, 潘林, 等. 基于图像特征的快速瞳孔提取算法[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(2): 203-210.
- [11] 高晶, 蔡幸福, 刘志强, 等. 基于区域生长的目标检测方法[J]. 北京工业大学学报, 2016, 42(6): 856-861.
- [12] 杨丽雯, 曾朝阳, 张永继. 一种基于数学形态学的灰度图像边缘检测方法[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(2): 27-30, 38.
- [13] 黄静, 苑玮琦. 自仿射拟合的虹膜纹理分割及粗分类[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(4): 758-767.
- [14] 黄静, 苑玮琦. 基于基元模式信息统计的虹膜卷缩轮提取[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014, 26(8): 1326-1332.
- [15] 张蓬, 赵书斌, 彭思龙. 基于纹理基元的图像分割[J]. 中国图像图形学报, 2003, 8(8): 896-901.

#### 作者简介

王延年, 1963年出生, 教授, 主要研究方向为工业控制信息系统。

赵朗月(通信作者), 1993年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为信号与信息处理、图像处理。

刘会敏, 1991年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为信号与信息处理、图像处理。