

**УДК 004.942, 57.087**

**Н. В. ВОЛОШИН**, препод., цикловая комиссия программирования,  
Черкасский государственный бизнес-колледж

## **МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗРАЧКА В АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИРИДОДИАГНОСТИКИ**

В статье сформированы методы выявления зрачка глаза в автоматических системах иридодиагностики на основе метода AdaBoost с последующим уточнением внутренней границы ириса методом Daugman.

Ключевые слова: распознавания ириса, идентификация, AdaBoost, Daugman.

У статті сформовані методи виявлення зіниці ока в автоматичних системах іридодіагностики на основі методу AdaBoost з наступним уточненням внутрішнього кордону ірису методом Daugman

Ключові слова: розпізнавання ірису, ідентифікація, AdaBoost, Daugman.

Methods of identifying eye's pupil in automatic system of iris diagnostic which is based on AdaBoost with refinement of the inner boundary of iris by Daugman's method are formed in the article.

Keywords: iris recognition, identification, AdaBoost, Daugman.

### **1. Введение**

Проанализировав существующие на рынке программы иридодиагностики, можно сделать вывод, что это обычные графические редакторы с ручными введением данных наблюдения в систему и с экспертной подсистемой. Это и неудивительно, так как эти системы начали свое существование еще в конце 90-х годов, а некоторые ещё раньше (ESID – 1989-91 гг.).

Потому сегодня создавать «графический редактор» с расширенными в сфере иридодиагностики функциями – нецелесообразно и невыгодно, так как такое ПО будет актуально на протяжении определенного периода времени и его использование будет ограниченным. Сложность создания экспертной системы состоит в реализации базы знаний, а точнее заполнение ее необходимыми знаниями.

### **2. Выделение проблемы и формулировка целей и задач**

Сегодня целесообразным будет создание не просто «графического редактора» с несколько расширенными возможностями, а полноценного автоматизированного рабочего места иридолога, которое будет включать, помимо «стандартных» функций иридологического ПО, некоторые элементы позволяющие автоматизировать и улучшить работу данного специалиста.

Прежде чем работать с радужной оболочкой нужно ее выделить. Этапы определения радужной оболочки:

1. Найти зрачок (внутренняя часть радужки)
2. Найти границу радужки и белка (внешняя часть радужки)

### 3. Найти верхнее и нижнее веко.

После того как будут проделаны эти действия можно будет приступать к работе с изображением – искать иридопризнаки, определять конституцию человека, ставить диагноз и т.д.

### 3. Основное исследование

На сегодняшний момент существует достаточное количество методов, которые так или иначе идентифицируют ирис (в дальнейшем будет использоваться именно этот термин для обозначения радужной оболочки, так как именно этот термин широко используется в биометрии – “iris”). Определение или выделения зрачка наиболее часто используется для наблюдения за вертикальным или горизонтальным положением глаза. Большинство из начальных систем выделения зрачка используют слишком упрощающие предположения, что зрачок представляет собой круг и его центр можно рассчитывать как пересечение соответствующих горизонтали и вертикали. На практике, даже круглый зрачок принимает эллиптические отражение при нецентральной позиции глаза. D.Zhu, S.T.Moore и T.Raphan предложили использовать криволинейные характеристики контура зрачка и уместить их в эллипс [1]. Большинство из предложенных на сегодняшний день методов определения зрачка глаз не предусматривают использование помехоустойчивых алгоритмов.

Некоторые методы, например Wildes, используют специальное оборудование для захвата изображения, чтобы полученное изображение глаза было высокого разрешения, с хорошей контрастностью, освещением (при этом человек, которого снимают, не должна испытывать дискомфорта от слишком яркой вспышки), и отцентрировано (радужка должна находиться в центре изображения). Кроме того, система камер должна быть неинвазивная, то есть не заставлять человека сесть в определенную позу на фиксированном расстоянии от камеры при специальном освещении. Для этого Wildes предлагает специальную систему камер.

Иногда, кроме снимка в видимом диапазоне, делается дополнительный снимок инфракрасной камерой.

Для того, чтобы отделить ирис от остальных деталей на изображении, в простейшем случае можно использовать выделение краев (путем анализа первой производной) и последующую аппроксимацию границ радужки простыми геометрическими объектами. Так, окружность зрачка и внешнюю границу радужки можно найти с помощью преобразования Хафа (Hough transform). Другие методы дополнительно определяют границу радужки и зрачка двумя параболой, как Wildes, или просто отрезают те части картинки, которые не относятся к радужке глаза, как Daugman, Ma.

Если для захвата изображения не было использовано специальную аппаратуру, может потребоваться предварительное подавление нежелательных эффектов, таких как отблеск внутри зрачка от вспышки или другого яркого источника света, если эти артефакты мешают корректной работе алгоритма выделения радужки.

Для определения зрачка предлагается использовать метод усиления простых классификаторов, который называется AdaBoost [2], [3]. Усиление простых классификаторов – подход к решению задачи классификации, путём

комбинирования примитивных «слабых» классификаторов в один «сильный». Под «силой» классификатора в данном случае понимают эффективность (качество) решения задачи классификации. Слабый классификатор имеет вид:

$$h(x, f, p, \Theta) = \begin{cases} 1, & pf(x) < p\Theta \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где  $f$  – признак,  $p$  – полярность, которая указывает направление неравенности,  $\Theta$  – пороговое значение.

Финальный сильный классификатор можно записать в виде:

$$C(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Результаты применения этого алгоритма к изображению глаза показаны на рис. 1.

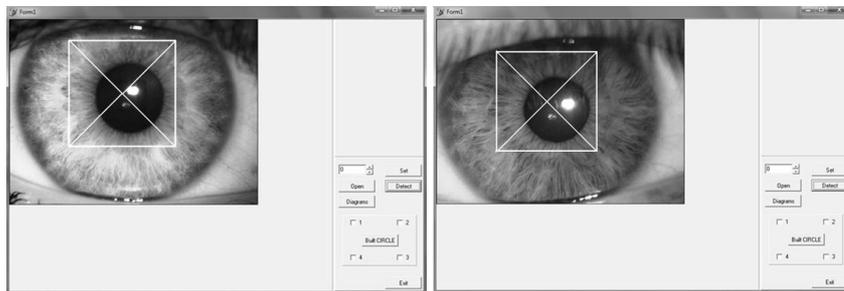


Рис. 1. Применения алгоритма AdaBoost к изображению глаза

Как видно из рис. 1 метод AdaBoost выдает координаты зрачка стабильно и безошибочно, но точность результатов невысокая. Это связано с тем, что данный метод преимущественно применяется для распознавания и описания плоских примитивов, анализа движения и отслеживание объектов, обнаружения объектов на изображении и т.д [2]. То есть применяется в тех случаях, когда необходима стабильная и быстрая работа, а к точности результатов требования не жёсткие [3]. Для повышения точности нахождения внутренней границы ириса предлагается уточнять края с помощью видоизменённого (усовершенствованного варианта) метода Daugman [4]. В оригинальном методе Daugman локализация центра зрачка и радужки определяется по таким формулам:

$$X = \arg \max_x \left( \sum_y \min(I(x, y)) \right)$$

$$Y = \arg \max_y \left( \sum_x \min(I(x, y)) \right)$$

Данный метод не является достаточно точным, так как в качестве центра может быть ошибочно выбран шум. Потому для нахождения зрачка в работе использован метод AdaBoost [3]. При поиске границы, в оригинальном методе Daugman, ведётся интегрирование по всему круговому контуру:

$$\max_{r, x_0, y_0} \left| \frac{\partial}{\partial r} G_\sigma(r) * \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

В рассматриваемом примере интегрирование проводилось не по всему круговому контуру, а только по его части соответствующей боковым частям ириса. В итоге получаем изображение, которое представлено на рис. 2.

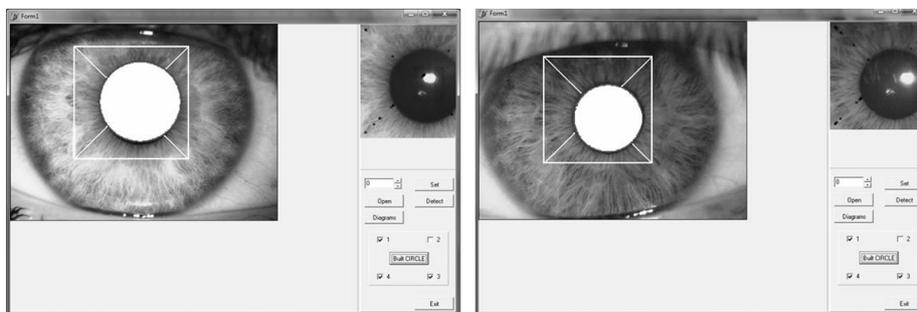


Рис. 2. Уточнение границы зрачка методом Daugman

#### 4. Выводы

В данной работе приводится решение научной задачи компьютерной идентификации зрачка на основании анализа фронтального изображения глаза. Проведенный анализ состояния проблемы компьютерной идентификации радужки показал, что в настоящее время для решения задач автоматического обнаружения и распознавания не выработано единого и надежного подхода. Для дальнейшего развития и исследований избраны следующие методы решения поставленной задачи, которая разделяется на два последовательных этапа – предварительное обнаружения зрачка методом AdaBoost и уточнение границ методом Daugman. В дальнейшем для поиска внешней границы ириса и прикрывающего нижнего и верхнего века планируется использовать аналогичные алгоритмы.

Предложенные в работе методы реализованы в программном продукте, который осуществляет поиск зрачка на изображении глаза. Данный программный продукт является частью автоматического рабочего места иридолога.

**Список литературы:** 1. Zhu D., Moore S.T. and Raphan T. Robust pupil center detection using a curvature algorithm // Computer methods and programs in biomedicine. – 1999. – Vol. 59. – №3. – pp. 145–157. 2. Кузьмук В.В., Волошин М.В. Визначення впливу моделі опису об'єкта на достовірність його ідентифікації в системах комп'ютерного зору // МЕЕС'10 – 2010. – с. 69-72. 3. Волошин М.В. Моделі опису об'єкта та достовірність ідентифікації в системах комп'ютерного зору // ЕЕ JET. – 2010. – №4/7 (46) – с. 56-63. 4. John Daugman, High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 11, p. 1148–1161, November 1993.

*Поступила в редколлегию 23.02.2011*

**УДК 621.3.078.3**

**В. С. СУЗДАЛЬ**, докт. техн. наук, вед. науч. сотр., Институт  
сцинтилляционных материалов НАН Украины, г. Харьков

**Ю.М. ЕПИФАНОВ**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Институт  
сцинтилляционных материалов НАН Украины, г. Харьков

### **МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫРАЩИВАНИЕМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ**

Для кристалізації великогабаритних монокристалів проведений синтез системи модального керування з регулятором низького порядку, яка забезпечує робастну стійкість і необхідну якість керування.