

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КИРЛИАН ИЗОБРАЖЕНИЙ В ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Владимир Калмыков, Виталий Вишневский, Татьяна Романенко

**Аннотация:** Для поддержки принятия решений в диагностической системе разработана информационная технология предварительной обработки Кирлиан изображений, содержащих изображения свечения десяти пальцев рук, полученных одновременно. Предварительная обработка включает выделение объектов – свечений каждого пальца на общей фотографии и формирование файлов изображений для каждого из объектов. Приведены описания алгоритмов и примеры обработки фотографий.

**Ключевые слова:** диагностическая система, изображения Кирлиан, сегментация

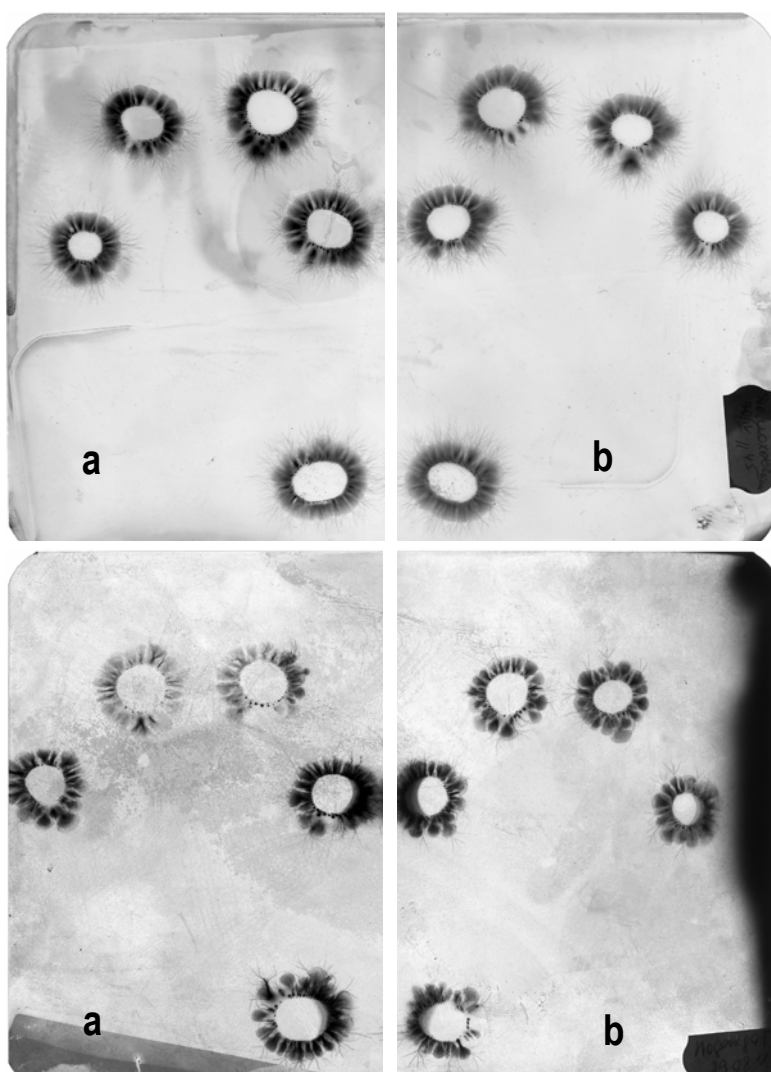


Рис. 1. Примеры изображений Кирлиан:  
а – пальцы левых рук, б – пальцы правых рук

### Введение

В данной работе представлены предварительные результаты разработки информационной технологии по обработке изображений Кирлиан для использования в процессе принятия решений в диагностической системе.

Под изображением Кирлиан понимают зарегистрированное на фотоматериале или иным способом свечение газового разряда, возникающего вблизи поверхности объекта при помещении его в электрическое поле высокой напряженности. Кирлианография получила большое распространение в мире как метод экспериментальных исследований. Наибольший интерес вызвали исследования кирлианограмм биологических объектов, в основном организма человека.

Первые же исследования изображений Кирлиан показали, что вид кирлианограмм меняется при изменении состояния

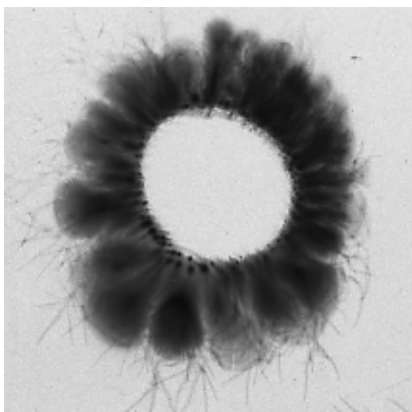


Рис.2. Изображение Кирлиан свечения одного пальца.

человека. Например, по виду кирлианограмм пальцев рук и ног оказалось возможным судить об общем уровне и характере физиологической активности организма, оценивать состояние отдельных его систем и следить за влиянием различных воздействий: препаратов, терапии и т.п.[Песоцкая,1]. Это позволило развить эффективные системы диагностики, основанные на использовании эффекта Кирлиан.

Эффект Кирлиан является в данный момент единственным инструментальным методом, позволяющим на физическом и энерго-информационном уровнях оценить состояние не отдельного органа или системы, а всего организма в целом во взаимоотношении отдельных частей друг с другом. В перспективе этот метод видится воплощенным в виде практического инструмента на столе любого врача. Создание

информационной технологии для автоматизированной обработки изображений Кирлиан является очередным шагом на пути к использованию метода в повседневной врачебной практике.

### **Задачи предварительной обработки Кирлиан изображений в диагностической системе**

Изображения Кирлиан представляют собой снимки, полученные на специальной фотопленке, размером А5, на которых зафиксированы свечения от каждого из пяти пальцев обеих рук (рис.1). Следует отметить, что с позиций автоматической или автоматизированной обработки для изображений характерны нестабильность и неравномерность фона, значительное количество помех, которые по уровню яркости и величине сравнимы с объектами, неустойчивость формы и уровня яркости самих объектов. Хотя по диагностическому содержанию на настоящее время эти изображения могли бы считаться бинарными, однако, даже задача бинаризации таких изображений не может считаться тривиальной, не говоря уже о задачах дальнейшей обработки, в частности, задачах распознавания с целью диагностики. Изображение свечения каждого пальца имеет вид темного ореола, обрамляющего светлое пятно, по форме часто близкое к эллипсу. Ширина ореола может быть разной, даже для одного изображения. Часто ореол имеет не сплошную, а прерывистую форму, а также может состоять из отдельных фрагментов. Светлое пятно внутри ореола соответствует месту контакта пальца с пленкой и его яркость соответствует яркости фона изображения.

В настоящее время для диагностических целей используется стандартное прикладное программное обеспечение, поставляемое вместе с прибором, работающим по методу Короткова [Коротков,2] Этот прибор предусматривает последовательное получение изображений отдельно по каждому пальцу (рис.2). Программное обеспечение позволяет построить по Кирлиан изображениям десяти пальцев общую кирлианограмму организма пациента и поставить диагноз, то есть принять решение. Следует отметить, что в процессе последовательного получения изображений свечения по каждому пальцу состояние исследуемого пациента может существенно измениться, отчего окончательный диагноз может оказаться искаженным. Так что одномоментное получение кирлианограмм всех пальцев является более предпочтительным. Появляется возможность получения последовательностей кирлианограмм и изучения их диагностических возможностей в случае быстрого изменения состояния пациента. Чтобы использовать стандартное программное обеспечение для изображений (рис.1), необходимо предварительно сегментировать такие изображения, то есть из общего изображения выделить

изображение каждого пальца и повернуть его, чтобы оно соответствовало вертикальному направлению пальца.

---

### Основные функции и алгоритмы предварительной обработки Кирлиан изображений

---

В процессе предварительной обработки Кирлиан изображений выполняется полуавтоматическая сегментация изображений Кирлиан пяти пальцев на изображения свечения от каждого пальца отдельно, автоматической корректировки ориентации каждого пальца. Для выполнения операции ориентации предусмотрена функция поворота изображения свечения для каждого пальца вокруг условного центра.

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

- открытие файла полутонового изображения, отображение его на экране монитора для предварительной оценки экспертом и возможной корректировки в интерактивном режиме с целью удаления помех;
- интерактивное определение расположения свечения пальцев на изображении путем указания оператором центров условных центров свечения;
- присвоение номера каждому свечению пальцев по их взаимному расположению;
- определение центра ладони и условных углов поворота пальцев;
- определение параметров прямоугольников, включающих свечения отдельных пальцев с учетом угла поворота каждого прямоугольника;
- поворот изображений отдельных пальцев;
- формирование файлов свечения каждого пальца; формирование описания каждого пальца.
- интерактивный режим корректировки результатов работы функций.

Наиболее сложной является функция уточненного определения расположения свечения пальца на изображении, определения границ и условного центра пятна.

Исходя из общих представлений об изображениях Кирлиан, представилось целесообразным, с целью выделения свечения каждого пальца как объекта на изображении и определения его параметров, аппроксимировать внутренний контур свечения каждого пальца эллипсами, а внешние границы свечения каждого пальца – окружностями. Параметрами эллипса являются координаты его центра, размеры полуосей и угол наклона большой оси. Параметрами окружности, описанной вокруг темного ореола каждого пальца, являются центр и диаметр. Центры эллипса и окружности совпадают. Окружность должна охватить все свечение (темный ореол), по возможности исключая тонкие периферические линии – «дендриты». Предполагается, что центр ладони находится на середине отрезка, соединяющего центры первого и пятого пальцев. Центр ладони соединяют с центрами всех пальцев, для определения угла поворота каждого пальца относительно вертикали. Будем считать, что изображение Кирлиан каждого пальца ограничено квадратом, описанным вокруг окружности, охватывающей темный ореол, и повернутым на угол наклона линии, соединяющей центр ладони с центром свечения.

Исходная информация – предварительный список координат центров свечения  $x_{1l}, y_{1l}, l=1,5$  – пяти пальцев.

Выходная информация – список параметров пяти окружностей, ограничивающих пятна, список параметров пяти эллипсов, ограничивающих внутренность пятна.

Для поиска параметров окружностей и эллипсов используют оптимизационные алгоритмы, реализующие метод градиентного спуска.

Для окружностей параметрами оптимизации являются координаты центра  $x_u, y_u$  и величина радиуса  $r$ .  
Целевая функция

$$c = \max_{x_u, y_u, r} S_{\text{окр}}, \text{ при } \sum_{(x-x_u)^2+(y-y_u)^2 < r^2} v(x, y) > \theta \cdot \Psi \quad (1)$$

где  $\theta \approx 0.9$  – некоторый порог, определяемый экспериментально,

$v(x, y)$  – значение оптической плотности пиксела с целочисленными координатами  $x, y$ ;

$\Psi = \sum_{(i-x_u)^2+(j-y_u)^2 < r_{\text{max}}^2} v(i, j)$  – суммарная оптическая плотность в пределах круга максимального радиуса

свечения  $r_{\text{max}}$  с координатами центра  $x_u, y_u$

$i, j$  – целочисленные координаты пиксела.

Для эллипсов параметрами оптимизации являются координаты центра  $x_u, y_u$ , величины большой  $a$  и малой  $b$  полуосей и угол поворота  $\alpha$ . Целевая функция

$$c = \max_{x_u, y_u, a, b, \alpha} S_{\text{эл}}, \text{ при } \sum_{\frac{(x-x_u)^2}{a^2} + \frac{(y-y_u)^2}{b^2} < 1} v(x, y) < (1-\theta) \cdot \Psi \quad (2)$$

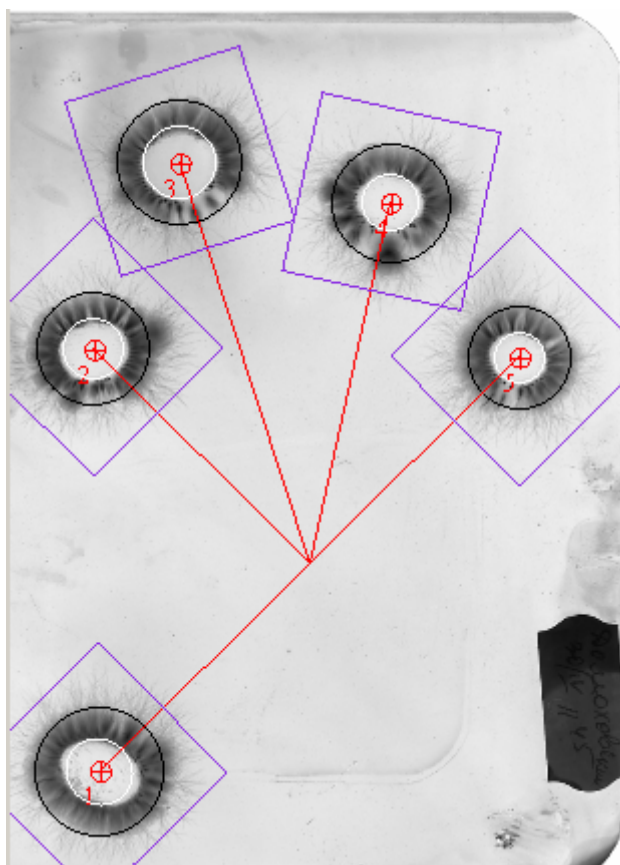


Рис.3 Изображение Кирлиан и выделенные на нем изображения свечений отдельных пальцев.

Алгоритм функционирования системы заключается в следующем (рис.3).

1. Оператор указывает курсором на экране монитора примерное место расположения центра изображения каждого пальца. Местоположение центра может быть указано приблизительно, но обязательно должно находиться в пределах светлого пятна. Система определяет координаты указанных центров.

2. По указанным координатам автоматически определяются параметры эллипса и окружности для изображения каждого пальца. При необходимости оператор может скорректировать центр изображения пальца, при этом пересчет параметров эллипса и окружности осуществится автоматически.

3. Автоматически определяются координаты центра ладони, значения углов поворота изображений пальцев и параметры описанных квадратов, ограничивающих изображения отдельных пальцев.

4. Изображения пальцев записываются в отдельные растровые файлы (рис.4.).

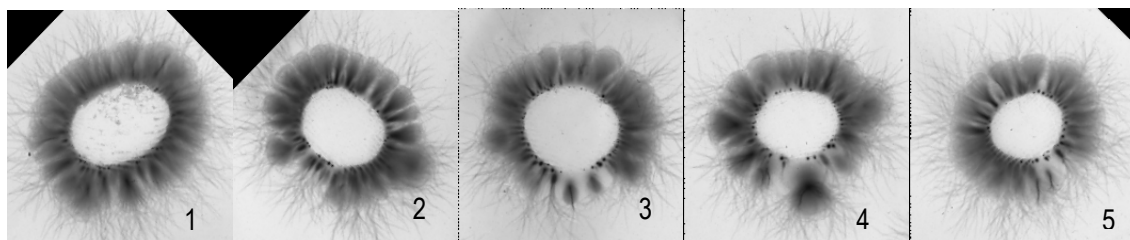


Рис. 4. Изображения отдельных пальцев, вырезанные из общего изображения Кирлиан и записанные в отдельные файлы.

Алгоритм автоматического определения параметров эллипса и окружности для каждого пальца состоит в следующем:

1. Определяют яркость фона в месте расположения свечения каждого пальца. В качестве яркости фона принимают среднюю яркость в квадрате, размером  $10 \times 10$  пикселей, центр которого совпадает с центром изображения пальца.
2. Определяют параметры эллипса максимальной площади при выполнении ограничений (2), используя метод градиентного спуска.
  - 2.1. В нулевом приближении используем координаты центра эллипса, полученные в интерактивном режиме, размер полуосей равен 10 пикселям, угол поворота равен нулю градусов относительно вертикали.
  - 2.2. Изменяя значения параметров  $x_c$ ,  $y_c$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$ , определяют их значения, максимизирующие площадь эллипса при выполнении ограничений по яркости (2).
3. Определяют диаметр окружности, охватывающей темный ореол. Координаты центра окружности совпадают с координатами центра эллипса.
  - 3.1. В качестве нулевого приближения выбирают радиус окружности, равный большей полуоси эллипса.
  - 3.2. Изменяя значения радиуса  $r$ , определяют его значение, максимизирующее площадь окружности при выполнении ограничений по яркости (1).

---

## Заключение

---

1. Проведенные лабораторные испытания показали работоспособность и возможность использования созданной технологии обработки изображений Кирлиан для поддержки принятия решений в диагностических системах.
2. Одновременное получение Кирлиан изображений позволяет принимать решения в диагностических системах при быстрых изменениях состояния организма пациента, а также исследовать возможность использования последовательностей кирлианограмм в диагностических целях.

## Литература

---

- [1] Песоцкая Л.А., Компаниец В.А. Современная Кирлиан диагностика в сб. статей Эффект Кирлиан. – Днепропетровск, Днепропетровский центр НТИ, 2008. с. 9-15.
- [2] Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб, Изд-во СПбГИТМО, 2001. 360с.
- 

## Информация об авторах

---

**Владимир Калмыков** - старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Институт проблем математических машин и систем, просп. акад. Глушкова 42, 03680, Киев 187, Украина;  
e-mail: [vl.kalmykov@gmail.com](mailto:vl.kalmykov@gmail.com)

**Виталий Вишневецкий** - заведующий отделением, старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Институт проблем математических машин и систем, просп. акад. Глушкова 42, 03680, Киев 187, Украина; e-mail: [vit@immssp.kiev.ua](mailto:vit@immssp.kiev.ua)

**Татьяна Романено** - научный сотрудник, Институт проблем математических машин и систем, просп. акад. Глушкова 42, 03680, Киев 187, Украина; e-mail: [romanenko@immssp.kiev.ua](mailto:romanenko@immssp.kiev.ua)