

УДК 621.391.26

Н.Г. Кучук<sup>1</sup>, А.С. Левенец<sup>2</sup>, Р.А. Анохин<sup>2</sup><sup>1</sup> Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков<sup>2</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ КИРЛИАНОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассмотрены принципы построения системы обработки кирлианографической информации и разработанный аппаратно-программный комплекс анализа изображений, полученных при применении метода газоразрядной визуализации (кирлианографии), позволяющий проводить компьютерную экспресс-диагностику психофизиологического состояния человека.

**Ключевые слова:** метод газоразрядной визуализации (кирлианография), программный комплекс анализа изображений.

### Введение

**Постановка проблемы.** В настоящее время все более актуальными становятся вопросы, связанные с использованием современных компьютерных систем диагностики функциональных нарушений в организме человека, которые приводят к различным заболеваниям. Одним из перспективных направлений является разработка программного комплекса анализа изображений, полученных при применении метода газоразрядной визуализации (кирлианографии), позволяющего проводить компьютерную экспресс-диагностику психофизиологического состояния человека.

При диагностике методом кирлианографии возникает ряд вопросов и проблем, требующих не медицинского, а математического решения с использованием специализированного программного обеспечения.

На основании имеющихся на сегодняшний момент данных, всю совокупность задач анализа получаемого изображения можно свести к следующим:

- 1) какое изображения предпочтительнее – монохромное или цветное;
- 2) как анализировать с достаточной точностью сектора с малыми угловыми координатами;
- 3) как и в каком виде набирать статистику по группам исследуемых индивидуумов.

По своей сути и методологии решения приведенных выше задач взаимосвязаны между собой, поэтому методы их решения также имеют общую природу и близки по принципам.

Последовательно рассмотрим все три задачи и методы их решения в общем случае.

**Анализ литературы.** Существующие на текущий момент методы и средства экспресс-анализа психофизиологических состояний (исследование психомоторики, сердечной деятельности и др.) не полностью удовлетворяют потребностям при обследо-

вании больших контингентов людей и необходимости получения быстрых результатов. Это заставляет ученых искать новые технические решения аппаратной диагностики. Одним из современных способов анализа психофизиологического состояния человека является метод газоразрядной визуализации (ГРВ).

В настоящее время данная проблема исследуется многими отечественными и зарубежными учеными. Так в [1] рассмотрена проблема взаимосвязи психофизиологических состояний и энергоинформационной организации человека. В [2] рассмотрена проблема использование метода «Эффект Кирлиан» при диагностике психофизиологических состояний. В [3] рассмотрена проблема влияния эмоционального состояния на психофизиологическое.

**Целью данной работы** является разработка основных принципов построения системы обработки кирлианографической информации.

### Теоретическое обоснование

Задача представления информации является одной из основных для любой системы обработки информации. Причем этот вопрос является одним из самых сложных, так как если представлять информацию в ее полном объеме, то она теряет наглядность, а если информацию представлять наглядно, то теряется информативность, т.е. необходимо решать возникающее противоречие.

В данной статье под изображением подразумевается цифровое изображение, представленное матрицей информационных параметров точек.

При монохромном изображении передаются три информационных параметра: яркость, длина, ширина. При использовании цветного изображения передаются шесть параметров: яркость, длина, ширина, красный цвет, зеленый цвет, синий цвет. Цветное изображение более информативно. Также не стоит забывать, что при использовании цифровых изображений для каж-

дой точки, будь то монохромное или цветное изображение, параметры цвета передаются.

В основе проблемы анализа секторов с малыми угловыми координатами лежит метод построения изображения, который применяется на современных компьютерах. Отличие этого метода от классического, принятого в математике, следующее: начало координат находится не в центре изображения, а в его левом верхнем углу. При этом координата  $x$  изменяется слева направо в сторону увеличения, а координата  $y$  – сверху вниз. Проблемой является то, что в классической декартовой системе при перемещении вниз изображения координата  $y$  уменьшается, а не увеличивается.

Из-за такого построения изображения центр квазисимметричного рисунка находится не около центра координат, а на значительном от него удалении, что затрудняет его анализ. При этом изображение не находится ни в одной из четырех классических декартовых четвертей. Поэтому приведение изображения к классической системе координат используется при решении данной задачи, которую можно разложить на две подзадачи. Первая из них – это определение центра и перенос туда центра координат. Вторая – определение, какая из классических систем координат подходит для решения данной задачи.

Первую подзадачу можно решить, определив центр изображения. Координату  $x$  центра изображения можно определить, разделив ширину изображения пополам, координату  $y$  – разделив высоту изображения пополам. Определив, таким образом, центр координат, можем перейти к решению второй подзадачи.

Учитывая, что анализировать необходимо сектора окружности, вполне логичным является переход к полярным координатам. Однако, учитывая, что в цифровых изображениях и компьютерных системах основой являются прямоугольные координаты, то при необходимости обработки большого количества изображений или изображения высокого разрешения время расчетной части программы обработки существенно увеличится. Кроме того, возможно значительное накопление погрешности при переводе из одной системы координат в другую. Поэтому предлагается промежуточный вариант. Для точек, которые вошли в  $\ell$ -й сектор со средним значением угла  $\alpha_\ell$ , координаты  $x_\ell$  рассчитываем по следующей формуле:

$$x_\ell = y_\ell \cdot \operatorname{tg}(\alpha_\ell),$$

где  $y_\ell$  – координата  $y$  точки  $\ell$ -го сектора.

Данный подход существенно сокращает время расчета, при этом накапливаемая погрешность невелика и составляет 0,1 – 0,3 % от количества точек в секторе.

При обработке полученных изображений были использованы следующие алгоритмы.

**Подавление высокочастотной составляющей шума.** Алгоритм основан на пороговом методе обработки изображений с учетом особенностей получаемых ГРВ-грамм [4].

**Подавление низкочастотной составляющей шума (помехи).** В работе [5] предложен подход, в основе которого лежит эвристически определяемая мера зашумленности изображения, определяемая на основе анализа фрагментного спектра изображения с вычислением площади  $S_m$  и медианы  $k_0$  этого спектра. Пороговое значение фона  $q$  вычисляется, как функция от  $S_m$  и  $k_0$ , т.е.

$$q = f(S_m, k_0).$$

В простейшем случае это может быть частью общей площади спектра, т.е.

$$q = h_3 \cdot S_m,$$

где  $h_3$  – настраиваемый коэффициент, обычно  $h_3 \ll 1$ . Все компоненты размером менее  $q$  удаляются из изображения.

Для оценки специфических изменений изображений, характерных для конкретных задач, разработан набор автоматизированных функций вычисления следующих количественных параметров ГРВ-грамм [4, 5].

**Общая площадь изображения** (в пикселях):

$$S = \sum_{\ell} \sum_{x_{i\ell}} \sum_{y_{j\ell}} P_{i\ell j\ell}(x_{i\ell}, y_{j\ell}),$$

где  $P_{i\ell j\ell}(x_{i\ell}, y_{j\ell}) = P_{i\ell j\ell} = 1$ , если  $b(x_{i\ell}, y_{j\ell}) \geq m$  и  $P_{i\ell j\ell} = 0$ , если  $b(x_{i\ell}, y_{j\ell}) < m$ ;  $b(x_{i\ell}, y_{j\ell})$  – значение яркости соответствующего элемента изображения (пикселя),  $m$  – пороговое значение яркости, определяемое экспертным путем в зависимости от решаемой задачи.

**Интегральная яркость изображения** (в относительных единицах от 0 – "абсолютно черное" до 250 – "абсолютно белое"):

$$P_j = \sum_{\ell} \sum_{m_\ell=0}^{250} m_\ell \cdot d[m_\ell] / \sum_{\ell} \sum_{m_\ell=0}^{250} d[m_\ell],$$

где  $d[m_\ell]$  – количество пикселей изображения  $\ell$ -го сектора, для которых  $b(x_{i\ell}, y_{j\ell}) = m_\ell$ ,  $m_\ell \in [0, 250]$ .

**Коэффициент формы** (безразмерная величина, равная  $4\pi$  для окружности и растущая при усложнении формы фигуры):  $q = L^2/S$ , где  $L$  – длина периметра изображения свечения,  $S$  – общая площадь изображения свечения.

Широкое практическое применение нашел **нормализованный коэффициент интегральной площади** ГРВ-изображения, вычисляемый по формуле:

$$J_S = a \cdot \ln \left\{ \frac{(S/S^*)}{(SO/SO^*)} \right\},$$

где  $a$  – весовой коэффициент,  $S$  – значение площади оцениваемой ГРВ-граммы,  $S^*$  – значение площади ГРВ-граммы условного калибровочного цилиндра,  $SO$  – значение площади внутреннего овала оцениваемой ГРВ-граммы,  $SO^*$  – значение площади внутреннего овала ГРВ-граммы условного калибровочного цилиндра [2].

Этот безразмерный коэффициент позволяет сравнивать ГРВ-изображения, снятые в различные дни и в различных условиях, он стабилен для практически здорового человека и чувствителен к изменениям состояния при первых признаках заболевания. Медики активно используют этот параметр в прогностических целях [1 – 3].

### Разработка программного комплекса обработки кирлианографической информации (ПКИ)

Программный комплекс состоит из двух частей. Первая часть – программа ПКИ\_1 для анализа изображений и сохранения данных, полученных в ходе анализа (рис. 1), вторая часть – программа ПКИ\_2 анализа и вывода статистической информации из базы данных, которую заполняет первая программа (рис. 2). Программный продукт был написан с использованием технологии Framework 3.0 на языке C#. Данная технология была выбрана из-за того, что в ней наилучшим образом реализованы системы работы с графикой и в то же время она позволяет использовать прямой доступ к файлам и файловой системе. При этом данная технология позволяет использовать любую широко известную систему управления базами данных.

При разработке первой части комплекса особое внимание было уделено вопросу создания архива данных, получаемых в ходе анализа изображений, т.е. выбору метода хранения и представления данных, позволяющему сохранить максимальную информа-

тивность. Был проведен анализ существующих систем управления базами данных (СУБД), позволяющих проведение оперативного статистического анализа как для набора статистики в среднем по группе лиц, так и для контроля процесса лечения и выздоровления. Предпочтение было отдано Microsoft SQL Server 2005, так как при разработке Framework особое внимание уделялось его работе с MS SQL Server, а технология ADO.NET позволяет создавать локальные базы данных с полной поддержкой всех функций и в то же время не требующих полной развертки сервера, что значительно упрощает установку, настройку и работу для конечного пользователя, особенно для пользователя, слабо знакомого с СУБД.

Программа ПКИ\_1 способна анализировать ГРВ-грамму каждого пальца отдельно (рис. 1), что значительно повышает качество и точность анализа.

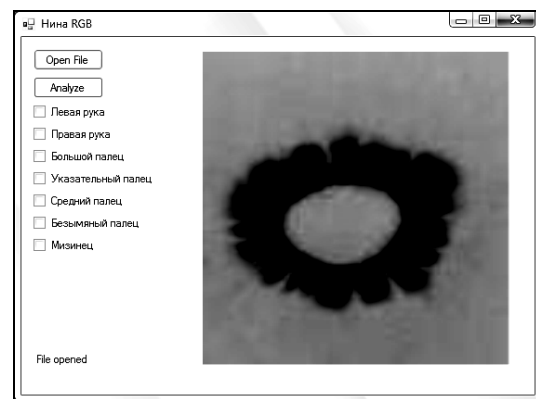


Рис. 1. Окно программы анализа изображений с загруженным черно-белым изображением

При этом программа поддерживает одновременную загрузку изображений всех пяти пальцев и проводит их последовательный анализ. После окончания анализа программа сохраняет полученные результаты в базе данных (для статистического анализа) и текстовый файл (для немедленного просмотра и оценки единичных результатов, табл. 1, 2).

Таблица 1

Структура текстового файла для черно-белого изображения

Текущая дата и время анализа				
Наименование пальца и руки				
№ сектора	Количество темных точек	Количество всех точек	Процент темных точек	Количество выбросов

Таблица 2

Структура текстового файла для цветного изображения

Текущая дата и время анализа										
Наименование пальца и руки										
№ сектора	Количество красного	Количество синего	Количество зеленого	Количество точек с преобладанием красного	Количество точек с преобладанием синего	Количество точек с преобладанием зеленого	Общее количество точек	Процент точек с преобладанием красного	Процент точек с преобладанием синего	Процент точек с преобладанием зеленого

При этом программа при анализе определяет, какое изображение она анализирует – цветное или монохромное, а данные о пациенте выносятся в название тестового файла.

База данных состоит из двух таблиц. Одна из таблиц содержит данные по монохромным изображениям, другая по – цветным.

Программа ПКІ\_2 (рис. 2) может выбирать статистику по пациенту в целом при этом достаточно только ввести фамилию, за один осмотр или же за период, когда было сделано несколько осмотров.

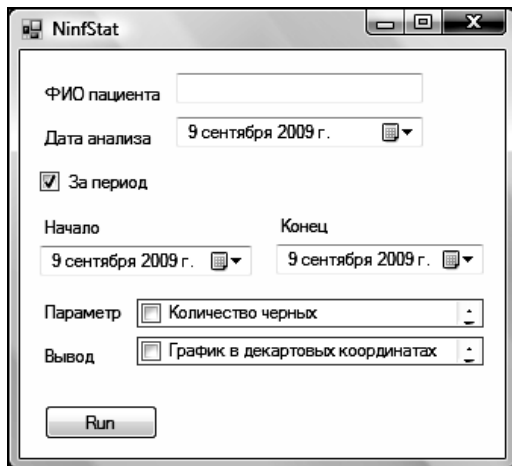


Рис. 2. Окно программы статистики

Параметры, по которым программа может выводить статистику, следующие: количество темных точек, процент темных точек, количество выбросов; количество красного, количество синего, количество зеленого, количество точек с преобладанием красного, количество точек с преобладанием синего, количество точек с преобладанием зеленого, процент точек с преобладанием красного, процент точек с преобладанием синего, процент точек с преобладанием зеленого.

Варианты вывода статистики в ПКІ\_2 следующие: декартовы координаты, полярные координаты, круговая диаграмма, гистограмма RGB в секторе, на пальце, на руке.

## Выводы

Программный комплекс обработки кирлианографической информации, построенный с учетом вышеизложенных принципов, позволяет не только качественно снимать показания методом кирлианографии, но и проводить статистический анализ уже снятых показаний, что необходимо как в исследовательской работе, так и в обычной практике контроля здоровья человека.

Комплекс может быть использован в качестве программной составляющей аппаратно-программного комплекса обработки кирлианографической информации.

**Направление дальнейших исследований** – проведение статистической обработки накопленного экспериментального материала.

## Список литературы

1. Коротков К.Г. Эффект Кирлиан / К.Г. Коротков. – СПб., 1995. – 218 с.
2. От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии / Под ред. К.Г. Короткова. – СПб., 1998. – 340 с.
3. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии / К.Г. Коротков. – СПб.: СПбГИТМО, 2001. – 360 с.
4. Крылов Б.А.. Автоматизированное проектирование предметно-ориентированных процедур обработки и анализа двумерных ахроматических изображений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.12.06 / Б.А. Крылов; СПб., СПбГУИТМО, 2002. – 18 с.
5. Муромцев Д.И. Автоматизированная система обработки и анализа динамических ГРВ грамм биологических объектов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.12.06 / Д.И. Муромцев; СПб., СПбГУИТМО, 2003. – 18 с.

Поступила в редколлегию 1.09.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.В. Семенич, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ОБРОБКИ КІРЛІАНОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Н.Г. Кучук, О.С. Левенець, Р.О. Анохін

*У статті розглянуті принципи побудови системи обробки кірліанографічної інформації і розроблений програмний комплекс аналізу зображень, отриманих при застосуванні методу газорозрядної візуалізації (кірліанографії), що дозволяє проводити комп'ютерну експрес-діагностику психофізіологічного стану людини.*

**Ключові слова:** метод газорозрядної візуалізації (кірліанографія), програмний комплекс аналізу зображень.

## PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF THE SYSTEM TREATMENT OF KIRLIANOGRAPHY INFORMATION

N.G. Kuchuk, A.S. Levenec, R.A. Anokhin

*Principles of construction the system of treatment kirlianoigraphy information and developed hardwarily-programmatic complex of analysis of images, got at application of method of gas-unloading visualization ( kirlianoigraphy) are considered in the article, allowing to conduct computer expressdiagnostics of the psychophysiological state of man.*

**Keywords:** method of gas-unloading visualization (kirlianoigraphy), programmatic complex of analysis of images.