

**СЕГМЕНТАЦІЯ КІРЛІАН-ЗОБРАЖЕНЬ З ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕРАКТИВУ**

**Abstract.** Today the programs, used in the kirlian-diagnosis for the processing of hands glow kirlian-images, operate with the images of individual fingers. Sequential shooting is used to obtain the images of individual fingers, that takes a lot of time and it is unallowable in case of using the method as a rapid method of diagnosing the functional state of man. There is a device that can take a snapshot of all fingers at once reducing time of shooting. The article describes the algorithm of segmentation of hand's kirlianogram, which is developed for analyzing obtained kirlianogram by the existing programs.

**Key words:** kirlian-diagnostics, kirlianogram, the segmentation algorithm.

**Анотація.** На сьогодні програми, що використовуються у кірліан-діагностиці для обробки кірліан-зображень світіння рук, працюють із зображеннями окремих пальців. Для отримання зображень окремих пальців використовується послідовна зйомка, що займає багато часу та неприпустимо при використанні методу як експрес-методу діагностики функціонального стану людини. Для скорочення часу зйомки використовується апарат, який дозволяє зробити знімок одразу всіх пальців однієї руки. Для того, щоб отриману кірліанограму можна було проаналізувати в існуючих програмах, розроблено алгоритм сегментації кірліанограми всієї руки на окремі зображення пальців, опис якого й наведено в даній статті.

**Ключові слова:** кірліан-діагностика, кірліанограма, алгоритм сегментації.

**Аннотация.** На сегодняшний день программы, используемые в кирлиан-диагностике для обработки кирлиан-изображений свечения рук, работают с изображениями отдельных пальцев. Для получения изображений отдельных пальцев используется их последовательная съёмка, что отнимает значительное время и недопустимо при массовом использовании метода в качестве экспресс-метода диагностики функционального состояния человека. Для сокращения времени съёмки используется аппарат, который позволяет делать снимок сразу всех пальцев одной руки. Для того, чтобы полученную кирлианограмму можно было проанализировать в существующих программах, разработан алгоритм сегментации кирлианограммы всей руки на отдельные изображения пальцев, который и описан в данной статье.

**Ключевые слова:** кирлиан-диагностика, кирлианограмма, алгоритм сегментации.

## 1. Вступ

Кірліанограми, отримані за допомогою розробленого в Дніпропетровську апарата, є знімками на спеціальній фотоплівці розміром А5, на яких зафіксовані світіння від усіх п'яти пальців руки (рис. 1) [1]. Треба зауважити, що з точки зору автоматичної чи автоматизованої обробки для зображень характерні нестабільність і нерівномірність тла, значна кількість завад, які за рівнем яскравості та розмірів можуть бути порівняні з об'єктами, нестійкість форми та рівня яскравості самих об'єктів. Хоча за діагностичним змістом на сьогодні ці зображення могли б вважатися бінарними, проте навіть завдання бінаризації таких зображень не може вважатися тривіальним, не кажучи вже про завдання подальшої обробки, зокрема, у завданнях розпізнавання з метою діагностики. Зображення світіння кожного пальця має вигляд темного ореола, що облямовує світлу пляму й за формою часто наближений до еліпса. Часто ореол має не суцільну, а уривчасту форму, а також може складатися з окремих фрагментів (рис. 1). Світла пляма в середині ореола відповідає місцю контакту пальця з плівкою, а її яскравість збігається з яскравістю тла зображення.

На сьогодні для діагностичних цілей використовується типове прикладне забезпечення, яке постачається разом із приладом, що працює за методом Короткова [2]. Цей прилад передбачає послідовне отримання зображень окремо для кожного з пальців (рис. 2). Для того, щоб використати типове програмне забезпечення для зображень (рис. 1), необхідно попередньо сегментувати такі зображення, тобто із загального зображення виокремити зображення кожного пальця та повернути його таким чином, щоб воно відповідало вертикальному напрямку пальця.

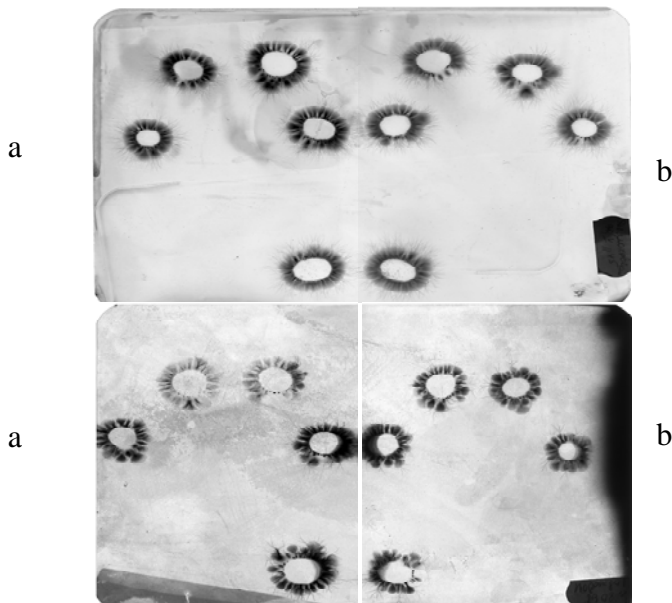


Рис. 1. Приклади кірліанограм: а – пальці лівих рук, б – пальці правих рук

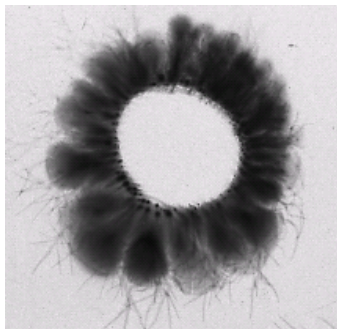


Рис. 2. Кірліанограма одного пальця

## 2. Попередня обробка кірліанограм

Алгоритм сегментації є одним із головних елементів у тій частині діагностичної системи, яка відповідає за попередню обробку кірліанограм.

Попередня обробка кірліанограм використовується в діагностичній системі для:

- візуалізації кірліанограм на екрані;
- сегментації зображень пальців на повному зображенні руки;
- корекції сегментованих зображень в інтерактивному режимі;
- збереження сегментованих зображень пальців у базі даних;

– реконструкції початкового зображення з використанням збережених характеристик.

Розроблене програмне забезпечення попередньої обробки кірліанограм призначене для напівавтоматичної (інтерактивної) сегментації зображень світіння п'яти пальців на зображення світіння кожного з пальців окремо, а також для автоматичного коригування орієнтації зображення кожного пальця. На рис. 2 наведено зображення світіння одного пальця з урахуванням кута його повороту.

Програмне забезпечення виконує такі функції:

- отримання зображення кірліанограми п'яти пальців та виведення його на екран монітора;
- інтерактивне визначення розміщення світіння пальців на зображенні через зазначення оператором їхніх умовних центрів;
- нумерування світіння пальців за їх взаємним розміщенням;
- визначення центрів долоні та умовних кутів повороту пальців;
- визначення параметрів прямокутників, які охоплюють світіння окремих пальців, з урахуванням кутів повороту кожного з прямокутників;
- поворот зображень світіння окремих пальців;
- збереження рівня яскравості тла;
- збереження параметрів прямокутників та характеристик долоні;
- виділення з зображення п'яти пальців зображень кожного з пальців в окремі масиви з урахуванням кутів їх поворотів.

Виходячи з загального уявлення про кірліанограми, здається доцільним апроксимувати внутрішні контури світіння кожного пальця еліпсами, а зовнішні їх межі – колами. Параметрами

еліпса є координати його центра, довжини півосей та кут нахилу більшої осі. Параметрами кола, що описане навколо темного ореола кожного з пальців, є центр та діаметр. Центри еліпса та кола співпадають. Коло має охопити повністю все світіння (темний ореол), по можливості виключаючи тонкі периферичні лінії, – «дендрити». Припускаємо, що центр долоні є на середині відрізка, що з'єднує центри першого та п'ятого пальців [3]. Центр долоні з'єднується з центрами кожного з пальців з метою визначення кутів повороту кожного з пальців відносно вертикалі. Вважатимемо, що зображення кожного з пальців обмежене квадратом, описаним навколо кола, що охоплює темний ореол, та оберненим на кут між лінією, яка з'єднує центр пальця з центром долоні і вертикаллю.

Вхідна інформація – попередній список координат центрів світіння  $x_{1l}, y_{1l}, l=1,5$  – п'яти пальців.

Вихідна інформація – список параметрів п'яти кіл, що обмежують плями, список параметрів п'яти еліпсів, що обмежують внутрішні плями.

Задля пошуку параметрів кіл та еліпсів використовуються оптимізаційні алгоритми, що реалізують метод градієнтного спуску.

Для кіл параметрами оптимізації є координати центрів  $x_u, y_u$  і величина радіуса  $r$ . Цільова функція:

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

де  $\theta$  – деякий поріг, визначуваний експериментально;

$v(x, y)$  – значення оптичної щільності пікселя з цілочисловими координатами  $x, y$ ;

$\Psi = \sum_{(i-x_u)^2+(j-y_u)^2 < r_{\max}^2} v(i, j)$  – сумарна оптична щільність в межах кола максимального радіуса

світіння  $r_{\max}$  з координатами центра  $x_u, y_u$ ;

$i, j$  – цілочислові координати пікселів.

Для еліпсів параметрами оптимізації є координати центра  $x_u, y_u$ , величини найбільшої  $a$  та найменшої  $b$  півосей і кут повороту  $\alpha$ . Цільова функція:

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

## 2.1. Алгоритм функціонування системи попередньої обробки кірліаногам

Алгоритм функціонування системи попередньої обробки кірліаногам полягає в тому, що (рис. 3):

1. Оператор курсором вказує приблизні місця розташування центрів зображень кожного пальця послідовно. Місце центра може бути вказане приблизно, але має обов'язково розміщуватися в межах світлої плями. Координати вказаних центрів визначаються автоматично.

2. Автоматично визначаються параметри еліпса та кола для зображення кожного з пальців. У разі необхідності, оператор може скоригувати місце знаходження центра пальця. Перерахунок параметрів еліпса та кола виконується автоматично.

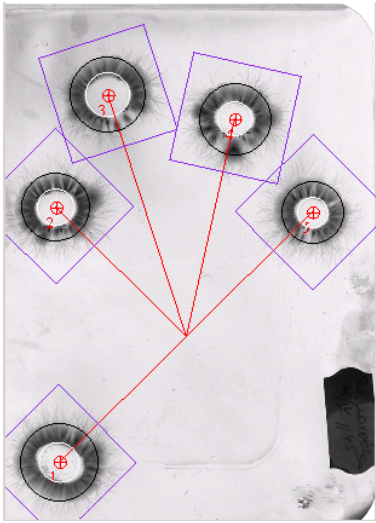


Рис. 3. Кірліанограма та виділені на ній зображення світіння окремих пальців

яскравість у квадраті, центр якого збігається з центром зображення пальця, а розмір дорівнює декілька пікселів.

2. Визначаємо параметри еліпса максимальної площі, який охоплює світлу пляму, з використанням методу градієнтного спуску.

2.1. В нульовому наближенні використовуємо координати центра еліпса, які отримані в інтерактивному режимі, довжина півосей дорівнює 10 пікселям, кут повороту дорівнює нулю градусів відносно вертикалі.

2.2. Змінюючи параметри еліпса (координати центра, довжина півосей, кут повороту), отримуємо такі їхні значення, що максимізують площу еліпса та виконують обмеження яскравості.

3. Визначаємо діаметр кола, що охоплює темний ореол. Координати центра кола співпадають з координатами центра еліпса.

3.1. За нульове наближення обираємо радіус кола, що дорівнює довжині більшої півосі еліпса.

3.2. Змінюючи значення радіуса, отримуємо таке його значення, що максимізує площу кола та виконує обмеження яскравості.

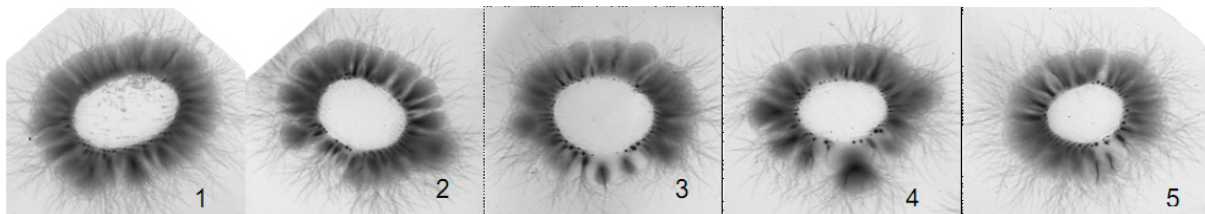


Рис. 4. Зображення окремих пальців, вирізані із загального зображення кірліан і записані в окремі файли

### **3. Висновки**

Отже, одночасне отримання кірліан-зображень дозволяє приймати рішення в діагностичних системах у разі швидкої зміни станів організму пацієнта, а також ефективно використовувати послідовності кірліанограм у діагностичних цілях.

Також лабораторні дослідження довели, що, хоча елемент інтерактиву ставить систему у залежність від людини, але якість отриманих зображень висока, а це дозволяє на наступному етапі аналізу зображень робити висновки, похибка яких не залежить від вихідного зображення.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Песоцкая Л.А. Современная Кирлиан диагностика / Л.А. Песоцкая, В.А. Компаниец // Эффект Кирлиан: сб. статей. – Днепропетровск: Днепропетровский центр НТИ, 2008. – С. 9 – 15.
2. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии / Коротков К.Г. – СПб.: Изд-во СПбГИТМО, 2001. – 360 с.
3. Вишневський В.В. Модель півтонового зображення та її застосування в задачі сегментації медичних зображень / В.В. Вишневський, Т.М. Власова, В.Г. Калмиков // Медична інформатика та інженерія. – 2008. – № 1. – С. 86 – 92.

*Стаття надійшла до редакції 02.09.2009*