

Емельянов Виктор Давыдович

Санкт-Петербургский НИИ физической культуры.

E-mail: postp@mail.ru, tupa@ok.ru.

191040, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр. 56, литера "Е", тел.: (812)6004116.

Старший научный сотрудник, к.п.н.

Emelyanov Viktor Davidovich,

Saint-Petersburg Research Institute of Physical Culture.

E-mail: postp@mail.ru, tupa@ok.ru.

56 (bld. E) Ligovsky pr., 191040, Saint Petersburg, Russia, Phone: (812)6004116.

Senior Scientist, PhD.

УДК 615.47

В.А. Алексенко, А.П. Белобров, В.В. Жилин

**АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОЖИ
В ПРОЦЕССЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ И КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕДУР**

В работе исследуется способ повышения разрешения биоимпедансного картирования при визуализации изображения поверхности кожи, полученного с помощью матрицы биоимпедансных датчиков, основанный на билинейной интерполяции отсчетов «размытого» изображения.

Биоимпеданс; матрица электродов; сверхразрешение; билинейная интерполяция.

V.A. Alekssenko, A.P. Belobrov, V.V. Zhilin

**ALGORITHMIC MEANS OF MONITORING OF THE CONDITION OF THE
SKIN IN THE COURSE OF THERAPEUTIC AND COSMETOLOGY
PROCEDURES**

In work the way of increase of the permission bioimpedance mapping is investigated at visualisation of the image of a surface of the skin, received by means of a matrix of the bioimpedance gauges, based on bilinear interpolation of readout of the "dim" image.

Bioimpedance; matrix of electrodes; superpermission; bilinear interpolation.

Поскольку кожа является сложнейшим и важнейшим органом комплекса ЧЕЛОВЕК и мощнейшим индикатором-экраном здоровья человека, его психологического и эмоционального состояния, то очень важно иметь инструментальные средства, позволяющие оперативно и объективно оценить донозологические изменения кожного покрова. В практике косметолога-эстетиста фактически отсутствуют точные методы контроля состояния кожи и поэтому выбор технологических приемов и косметических средств очень субъективен.

Методы диагностики, основанные на измерении электрического импеданса биологических тканей, находят все более широкое применение в клинической практике. Целью данной работы является разработка алгоритмических средств для проведения биоимпедансного мониторинга состояния кожи (аппаратные методы реализации были рассмотрены в [1]).

При наложении матрицы электродов на поверхность кожи происходит разблужение участка кожи, находящегося под матрицей, на сетку, в узлах которой нахо-

дятся электроды матрицы. Процесс сканирования заключается в том, что последовательно измеряются импедансы между двумя смежными электродами. При этом к измерительному тракту в фиксированный момент времени имеется возможность подключить только два электрода, в результате чего измеряется межэлектродный импеданс. В итоге получаем ряд чисел, число элементов которого равно числу ячеек в сетке. Каждое из этих чисел кодирует яркость точки на экране дисплея, в результате чего синтезируется изображение.

Для того чтобы добиться высокого пространственного разрешения, необходимо уменьшать расстояние между электродами в сетке. При этом уменьшается межэлектродное сопротивление, следовательно, одновременно с уменьшением межэлектродного расстояния необходимо снижать погрешность измерения сопротивления и увеличивать чувствительность преобразователя сопротивления – напряжения. Кроме снижения чувствительности преобразователя при уменьшении межэлектродного расстояния возникают технологические трудности, связанные с достижением заданной топологии электродов.

Чтобы увеличить разрешение посредством алгоритмических приемов, был использован следующий способ. Процесс формирования биоимпедансного изображения участка кожи осуществлялся посредством электронного сканирования электродов электродной матрицы и механического смещения матрицы электродов в семь дискретных позиций. В результате каждый электрод может находиться в семи позициях, которые дадут соответственно семь отсчетов биоимпеданса, что иллюстрирует рис. 1.

В каждой из указанных позиций импеданс вычисляется следующим образом:

$$\begin{aligned} Z_1 &= z(x_0, y_0); \\ Z_2 &= z(x_0 + dx/2, y_0); \\ Z_3 &= z(x_0 + dx, y_0); \\ Z_4 &= z(x_0, y_0 + dy/2); \\ Z_5 &= z(x_0, y_0 + dy); \\ Z_6 &= z(x_0 + dx/2, y_0 + dy/2); \\ Z_7 &= z(x_0 + dx, y_0 + dy). \end{aligned} \quad (1)$$

Используя билинейную интерполяцию, определяем значение биоимпеданса в точках с дискретами $dx/4$ и $dy/4$, то есть повышаем разрешение в четыре раза, например,

$$Z(x_0 + dx/4, y_0 + dy/4) = F(Z_1, Z_2, Z_4, Z_5). \quad (2)$$

Полученное изображение участка кожи можно рассматривать как числовой массив и использовать для его анализа статистические, спектральные или структурные методы, построив на этой основе систему классификации или идентификации. Работа с программой по обработке значений биоимпеданса состоит из следующих этапов:

1. Задание параметров работы прибора, заключающееся в выборе режима: измерения производятся при фиксированной частоте зондирующего тока или задается диапазон частот. Далее осуществляется задание количества измерений, производимых на заданной частоте с последующей визуализацией результатов измерений.

2. Анализ данных. Анализ данных включает в себя два этапа:

На первом этапе биоимпедансное изображение участка кожи рассматривается как числовой массив и производится вычисление математического ожидания и дисперсии биоимпеданса кожи, измеренное на различных частотах, по результа-

там которого производится построение дисперсионной кривой зависимости импеданса от частоты. На втором этапе производится непосредственно обработка изображения биоимпеданса кожи.

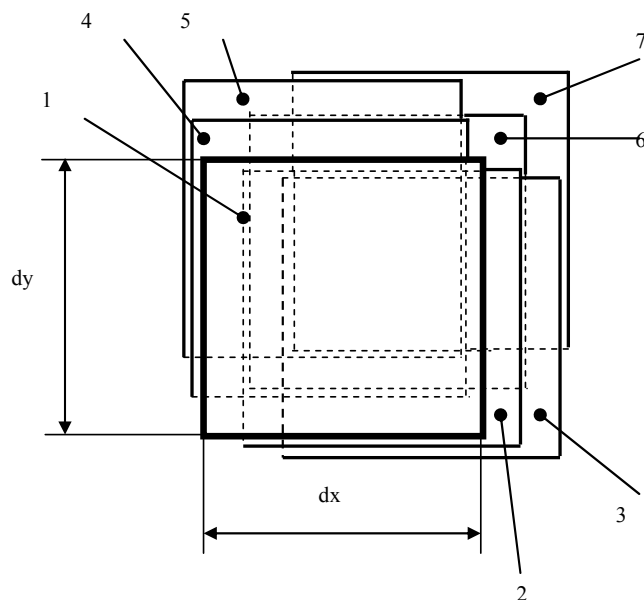


Рис. 1. Семь позиций смещения электрода

Первоначально производится интерполирование изображения. Для этого необходимо выполнить следующие процедуры.

Получим линии регулярной сетки, которые имеют уравнения вида

$$\begin{cases} y = i \cdot dy, \\ x = i \cdot dx, \end{cases} \quad (3)$$

где $i=0,1,\dots,n$; dx, dy – шаг сетки.

Для каждой точки регулярной структуры определяются значения H_x и H_y по направлениям X и Y между точками пересечения с линиями регулярной сетки по формулам линейной интерполяции. Высота в узловой точке определяется как среднее арифметическое между H_x и H_y .

На рис. 2 показано определение значения как среднего арифметического между интерполированными значениями импеданса по направлению X и по направлению Y .

Значение произвольной точки, для которой необходимо найти значение H , определяется с помощью билинейных интерполяционных формул по значениям соответствующих точек регулярной структуры. Билинейный способ интерполяции, иллюстрируемый на рис. 2, сводится к последовательной билинейной интерполяции между парами точек [2]. На рис. 3 показано изображение после интерполяции.

Далее производится автоматическая сегментация. Так как биоимпедансное изображение участка кожи строится по принципу: чем больше значение биоимпеданса, тем светлей пиксель, то задача сегментации сводится к нахождению областей стабильного минимума отделенных друг от друга областями стабильного максимума.

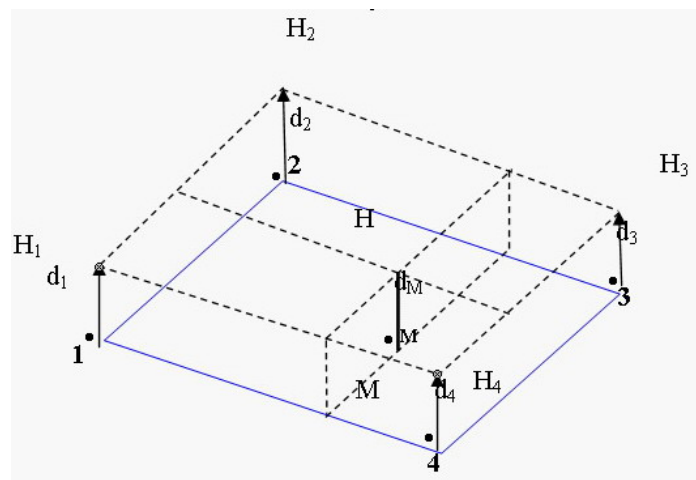


Рис. 2. Расчет значения точки M с помощью билинейной интерполяции

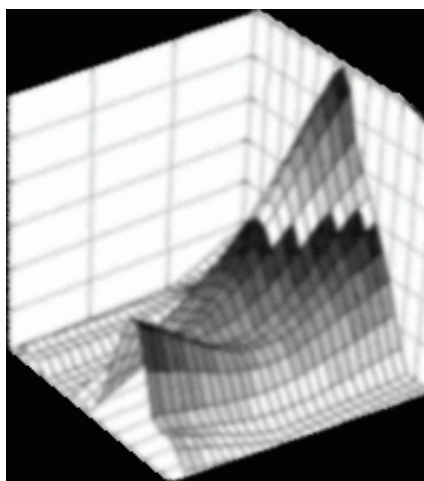


Рис. 3. Биоимпедансное изображение участка кожи после билинейной интерполяции

По результату сегментации производится оценка областей согласно критерию «норма – патология» и запись полученных данных в файл.

Основными достоинствами данной программы являются:

- комплексный подход к анализу биоимпеданса участка кожи;
- автоматическое выделение областей биоимпедансного изображения кожи соответствующие пространственным дефектам или другим изменениям кожи.

Данный метод импедансного картирования кожи может быть применен как при диагностике состояния кожного покрова, так и в терапии в качестве метода контроля при терапевтическом воздействии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексенко В.А. Биоимпедансные средства мониторинга состояния кожи при терапевти-

ческих и косметологических процедурах / В.А. Алексенко, А.А. Кузьмин, С.А. Филлист // Медицинская техника. – 2008. – №2. – С.42–43.

2. Компьютерная графика и мультимедиа. – 2006. – №4(14).

Алексенко Виктор Александрович

ГОУ ВПО «Курский государственный технический университет».

E-mail: SFilist@gmail.com.

305004, г Курск, ул. Челюскинцев 19, тел.: (4712)58-70-98.

Кафедра биомедицинской инженерии, аспирант.

Alexeenko Viktor Alexandrovich

SEI HVT «Kursk state technical university».

E-mail: SFilist@gmail.com.

Chelyuskintsev street 19, Kursk, 305004, Phone: (4712)58-70-98.

Department of Biomedical Engineering, post-graduate student.

Белобров Андрей Петрович

ГОУ ВПО «Курский государственный технический университет».

E-mail: SFilist@gmail.com.

305004, г Курск, ул. Челюскинцев 19, тел.: (4712)58-70-98.

Кафедра биомедицинской инженерии, аспирант.

Belobrov Andrey Petrovich

SEI HVT «Kursk state technical university».

E-mail: SFilist@gmail.com.

Chelyuskintsev street 19, Kursk, 305004, Russia, Phone: (4712)58-70-98.

Department of Biomedical Engineering, post-graduate student.

Жилин Валерий Вячеславович

Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора Иванова И.И.

E-mail: SFilist@gmail.com.

305000, г. Курск, ул. К.Маркса 70, тел.: (4712)531330.

Доцент, к.т.н.

Zhilin Valery Vyacheslavovich

Kursk state agricultural academy named by professor Ivanov I.I.

E-mail: SFilist@gmail.com.

street K.Marksa 70, Kursk, 305000, Russia, Phone: (4712)531330.

Senior lecturer, Cand. Tech. Sci.

УДК 007:57+007:573

П.И. Бегун, Д.А. Рубашова

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУР ГЛАЗА

Приведены результаты исследований, отражающие возможности биомеханической системы. Проанализированы результаты вычислений, выявляющие причины погрешностей измерения тонометрического давления. Дано биомеханическое обоснование механизму развития открытоугольной глаукомы.

Биомеханическая система; компьютерное моделирование; диагностика; тонометрия; глаукома.