

видами деятельности на логопедических, физкультурных и логоритмических занятиях. – Логопедические занятия включают аппликации, рисование, конструирование.

– Ритмические структуры вводятся поэтапно и покомпонентно: от ритма повторности и темповых отличий равномерного повтора к ритму чередования, а затем и усложненным вариантам.

– Коррекционно-развивающие педагогические воздействия направляются на создание механизма единой слухозрительнодвигательной связи, лежащей в основе ритмической способности. В неразрывном единстве осуществляется формирование представлений о музыкальном, речевом, изобразительном, двигательном ритмах.

– При формировании чувства ритма подлежат учету возрастные и индивидуальные особенности ребенка.

Ритмическая способность складывается как целостная универсальная способность, форми-

руются особые представления модельного типа, в основе которых лежит образование своеобразных синкретов, объединяющих опыт двигательной, речевой, изобразительной и музыкальной деятельности ребенка. Особое значение на таких занятиях придается действиям моделирования.

Зрительные (наглядные) модели наполняются речевым содержанием; слуховые (звуковые) переводят зрительные, речевые, а речевые – в графические. При этом двигательное моделирование присутствует всегда.

Коррекционно-развивающие воздействия на формирование чувства ритма способствуют становлению знаково-символической деятельности, знаковому мышлению как основы социализации, что в дальнейшем обеспечит его большую успешность при овладении чтением, письмом, математикой, физической культурой; деятельность и поведение ребенка приобретают социальную окрашенность, становятся осмысленными, произвольными и целенаправленными.

**«Информационные технологии и компьютерные системы для медицины»,
Маврикий, 18-25 февраля 2012 г.**

Технические науки

**ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ ИЗМЕРЕНИЯ
МЕЖКЛЕТОЧНЫХ СООТНОШЕНИЙ
В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ**

Томакова Р.А., Филист С.А., Швецова Н.А.
Юго-Западный государственный университет,
Курск, e-mail: tomakova@rambler.ru

Общеклиническое исследование крови лежит в основе всех диагностических методов. Этот анализ отражает реакцию организма на воздействие различных физиологических и патологических факторов. Однако обнаружение и классификации вручную большого числа клеток делает этот анализ длительным и трудоемким. Поэтому задача автоматизации проведения общеклинического анализа крови является актуальной.

На практике при обнаружении форменных элементов крови сталкиваются с основным препятствием – большой вариабельностью изображений. Поэтому, для повышения точности определения межклеточных соотношений в мазках периферической крови используется методика, в основе которой положены как аспекты геометрических атрибутов сегментов изображения, так и аспекты их цветовых характеристик [1].

Предлагается гибридный алгоритм измерения межклеточных соотношений в периферической крови, который реализован по двухступенчатой схеме и учитывает и цветовые и геометрические характеристики форменных элементов. Алгоритм выделяет три класса форменных элементов: «эритроцит», «лейкоцит»

и «не лейкоцит и не эритроцит». На каждой ступени алгоритма анализируются различные изображения, получаемые путем применения морфологических операторов «эрозия» и «дилатация» к исходному изображению [2]. В результате сегментации этих двух изображений получаем два изображения, которые назовем «изображение 1» и «изображение 2». На первой ступени обработки изображения каждому сегменту S_n «изображения 1» ставится в соответствие три числа Z_{11}, Z_{12}, Z_{13} , лежащие в диапазоне $0 \dots 1$, которые характеризуют степень принадлежности этого сегмента к одному из трех выделяемых классов. Модули анализа «изображения 1» первой ступени используют две группы решающих правил, на основании которых принимается решение о принадлежности к классам «лейкоцит», «не лейкоцит», «эритроцит», «не эритроцит». Первая группа решающих правил построена на основе анализа цветовых характеристик изображения. Вторая группа решающих правил реализует анализ геометрического строения контура форменного элемента. Степень принадлежности к этим четырем классам сегмента S_n определяют два множества из четырех чисел, соответствующие двум группам информативных признаков: $\{X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}\}_n$ и $\{X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}\}_n$.

объектом анализа на первой и второй ступенях алгоритма являются множества сегментов входных изображений. Процесс сегментации выполняется над черно-белым изображением градиентными методами. Затем выделенные

сегменты анализируются двумя модулями на первой и второй ступени. Так как исходное изображение плохо структурировано, то четкие границы между форменными элементами отсутствуют. Поэтому при применении операторов «эрозии» (получаем изображение 1») и «дилатации» (получаем «изображение 2») к исходному изображению, сегментная структура получаемых изображений будет различна. В первом случае увеличивается число ошибок первого рода, при этом часть ауторозеток «растворяется» в классах «эритроциты» и «лейкоциты». Во втором случае увеличивается число ошибок второго рода, при этом осуществляется искусственное объединение форменных элементов крови, и число ауторозеток растет за счет лейкоцитов и эритроцитов.

Такой двухступенчатый анализ позволяет избежать ошибок второго рода, связанных с агломерацией (склеиванием) эритроцитов. На второй ступени анализируется изображение, в котором за счет искусственного склеивания эритроцитов между собой и эритроцитов и лейкоцитов полу-

чаем ложные ауторозетки. Это уменьшает число ошибок первого рода при решении задачи выбора между классом «не лейкоцит и не эритроцит» (ауторозетка) и классом «лейкоцит».

Выходами блоков принятия решений каждой из ступеней анализа являются переменные $X1...X4$ и $Y1...Y4$ соответственно, которые рассматриваются как элементы нечетких множеств, соответствующих термам разделяемых классов. Блоки принятия решений построены по принципу макрослоев, позволяющему объединить модули нейросетевых моделей.

Решающие модули имеют два выхода, которые соответствуют двум разделяемым классам: «лейкоцит» – «не лейкоцит» или «эритроцит» – «не эритроцит». На их выходах присутствуют числа в диапазоне от нуля до единицы, которые интерпретируются как коэффициенты уверенности в принадлежности анализируемого сегмента к вышеперечисленным классам.

Анализ выходов блоков принятия решений обеих ступеней анализа осуществляется по правилам нечеткой продукции:

$$\begin{aligned} \text{Если } X1 = \text{«лейкоцит» и } X4 = \text{«не эритроцит» ТО } Z1 = \text{«лейкоцит»}; \\ \text{Если } X2 = \text{«не лейкоцит» и } X3 = \text{«эритроцит» ТО } Z1 = \text{«эритроцит»}; \\ \text{Если } X3 = \text{«не лейкоцит» и } X4 = \text{«не эритроцит» ТО } Z1 = \text{«не лейкоцит» и «не лейкоцит»}. \end{aligned} \quad (1)$$

Для реализации системы нечетких продукций (1) используется нечеткая нейронная сеть прямого распространения. Нейронная сеть имеет три выхода, соответствующие классам, на которые разделяются форменные элементы. Выбор соответствующего класса осуществляется по максимальному значению выхода. Если заданы нечеткие множества, соответствующие классам на выходе нечеткой сети, то имеется возможность воспользоваться методами дефuzziфикации, например, по среднему центру [3].

Таким образом, разработан алгоритм измерения межклеточных соотношений в периферической крови, использующий гибридные технологии анализа сложноструктурированных изображений. Алгоритм предусматривает двухступенчатую обработку изображения. На первой ступени обрабатывают изображение («изображение 1»), полученное в результате сегментации исходного черно-белого изображения после обработки морфологическим оператором «эрозия». На втором этапе обрабатывается изображение («изображение 2»), полученное после обработки исходного черно-белого изображения посредством морфологического оператор-

ра «дилатация». На каждой ступени решение принимается на основе агрегации двух оценок, полученных в результате анализа цветовых и геометрических атрибутов сегмента. Окончательное решение принимается на основе сопоставления решений, принятых на первой и на второй ступенях обработки.

Статья подготовлена по результатам поисковой научно-исследовательской работы по направлению «Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных», выполняемой в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Список литературы

1. Анализ гистологических изображений посредством морфологических операторов, синтезированных на основе преобразования Фурье и нейросетевого моделирования / С.А. Филист, Р.А. Томакова, С.А. Горбатенко и др. // Биотехносфера. – 2010. – №3(10). – С. 54–60.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации: пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.