

Полученное изображение бинарной маской (рис. 1г) указывает на объекты интереса на первичном изображении (рис. 1а) и служит для дальнейшего извлечения морфометрических признаков, по которым можно будет осуществить оценку уже качественного клеточного состава «шапки» сгустка крови.

Заключение

Предлагаемый способ детектирования позволяет обнаруживать клетки крови на изображении препарата «шапки» сгустка крови. Ошибка способа составляет 19%.

Описанный способ рекомендуется использовать для дальнейшей разработки системы распознавания медицинских изображений с целью создать экспресс-анализ диагностики характера течения патологических процессов в организме. Данная система может применяться как в клинических лабораториях, так и на станциях переливания крови для оперативной поддержки принятия решения о браковании донорской крови с целью не допустить заражения инфекционными заболеваниями через переливание крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гистоморфология составных частей сгустка крови в норме и патологии: Атлас / В.А. Фигурнов, С.С.Целуйко, А.В. Фигурнов, Е.В.Фигурнова. – Благовещенск, 2007.
2. Эритроцит при патологии: размышления у электронного микроскопа / Н.В. Рязанцева и др. // Архив патологий. – 2004. – Т.66(3).
3. Гонсалес Р. Вудс Р. Эдвинс С. Цифровая обработка изображений в среде Матлаб. – М.: Техносфера, 2006. – 616с.
4. Canny J. A Computation Approach for Edge Detection // IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. – 1986. – Vol.8, N6. – P. 679-698.

E-mail: cfpd@amur.ru.

УДК 613.952:681.3.01

О.М. Гергет, канд. техн. наук, **О.Г. Берестнева**, д-р техн. наук
(Томский политехнический университет)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН И ДЕТЕЙ¹

В статье приведено описание интеллектуальной системы, позволяющей получить качественно новые научные и практические выводы, существенно ускоряющие и облегчающие работу медицинского персонала в оценке состояния здоровья беременных женщин и детей.

Ключевые слова: интеллектуальная система, здоровье, типы адаптационных кривых.

¹ Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 08-06-00313а).

Актуальность задачи создания интеллектуальных систем для оперативной оценки состояния здоровья беременных женщин и детей обусловлена тем, что за последние 5 лет заболеваемость детей как периода новорожденности, так и дошкольного возраста увеличилась на 27,6%. Состояние здоровья ребенка самым тесным образом связано со здоровьем и психологическим комфортом его матери, что, в свою очередь, определяется благополучным состоянием женщины во время беременности и родов. В связи с этим все большее развитие приобретает направление в области разработки алгоритмов, методов и систем для выявления отклонений в состоянии здоровья матери в период протекания беременности и более раннего выявления и профилактики функциональных отклонений у детей.

При разработке математического аппарата интеллектуальной системы необходимо учитывать специфику медицинских задач (наличие таких факторов как нечеткость и неполнота в описании исследуемого объекта), поэтому в основе разработанной нами интеллектуальной системы лежат алгоритмы логического вывода и интегральные критерии оценки динамики адаптационных характеристик человека.

Система состоит из целого комплекса программных компонент (модулей). Приведем описание системы:

- 1) модуль формирования базы данных интеллектуальной системы;
- 2) модуль оценки степени адаптации организма: женщины на основе математического анализа динамики показателей дыхательной системы (дыхательные нагрузочные тесты – задержка дыхания на вдохе и выдохе) и показателей гормонального статуса крови; детей на основе математического анализа показателей сердечно-сосудистой системы. При этом использовался подход, предложенный Я.С.Пеккером, А.В.Ротовым, а именно: рассмотрение информационной меры как меры предпочтительности поведения биообъекта[1];
- 3) модуль визуализации результатов исследования: построение адаптационных стратегий, аппроксимирующих кривых, отображение на плоскости зависимости функциональных резервов от степени напряжения организма;
- 4) модуль, в основе которого лежат алгоритмы аппроксимации, интерполяции, численного интегрирования, решения систем линейных уравнений;
- 5) модуль, реализующий алгоритм нечеткого принятия решения, включающий четыре отдельных блока, реализующих функции: ортогонализация, вычисление вероятности, вычисление уточненной вероятности и принятие решения [2 – 4].

Модуль формирования базы данных интеллектуальной системы. База данных системы спроектирована с использованием СУБД Microsoft Access. Для моделирования структуры данных использовалась ER-диаграмма (диаграмма «сущность-связь»), выполненная в соответствии со стандартом IDEF1X, который применяется в CASE-системе ERWin. Женщина и Ребенок, связанные между собой неидентифицирующей связью 1:М, являются основными, а все остальные сущности – зависящими от них. Заболевания, группа риска, нормы и показатели дыхательной системы и гормонального статуса крови непосредственно связаны с сущностью «Женщина»; а распределение R-R интервалов при проведении клиноорто-

статической пробы [5], нормы и показатели крови ребенка – с сущностью «Ребенок».

Модуль оценки степени адаптации. Реализован с помощью подпрограммы *AdaptationEval*, которая включает в себя четыре блока: обработка информации, графическое представление данных, определение типа адаптационной кривой, вывод промежуточного результата диагностики.

Первый блок позволяет осуществить обработку поступающих в подпрограмму данных. С помощью интегральных критериев оценивается степень отклонения текущего состояния объекта исследования (беременной женщины или ребенка) от «предпочтительного». «Предпочтительное» состояние – это состояние, при котором отклонение признаков от их физиологических норм равно нулю. Полученные данные сохраняются и записываются в базе данных системы.

Второй блок подпрограммы позволяет вывести на экран график адаптационной функции, где на оси абсцисс откладывается срок беременности, в течение которого проводились измерения, а на оси ординат – значения адаптационной функции.

Третий блок позволяет осуществить аппроксимацию построенных функций при помощи полиномиальной функции $at^2 + bt + c$, интерполяцию (используя метод кубических сплайнов) и типизацию степени адаптации биообъекта. С этой целью реализован метод наименьших квадратов и кубических сплайнов.

За выходную информацию подпрограммы *AdaptationEval* отвечает четвертый блок. Выходная информация представлена в графическом виде.

Модуль нечеткого принятия решения. Первый блок предназначен для декомпозиции булевых функций и ортогонализации функции f_i' . Второй блок предназначен для вычисления вероятности принятия решения (постановки i -го диагноза) по объекту исследования на границах интервала по каждой нечетко заданной переменной и отнесение объекта к образам. Если исследуемый объект относится к одному образу, то вызывается процедура First, иначе – Second. Процедура First производит разбиение путем деления пополам интервалов нечетко заданных переменных на подынтервалы и вычисляет частичную импликацию. Процедура Second определяет значения нечетко заданных переменных, при которых объект равновероятно принадлежит разным образам, и вычисляет частичную импликацию в точках, равноотдаленных от границ интервалов, и точки, в которой объект одинаково принадлежит разным образам. Третий блок предназначен для вычисления уточненной вероятности с применением операции логико-вероятностного распознавания с размыванием образов, осуществляемой при невозможности отнесения объекта к образу. Четвертый блок позволяет провести голосование на множестве решающих правил и формирование итогового решения в виде списка. Он включает в себя следующую последовательность функций: построение решающих правил на основе процедуры голосования, непосредственное принятие решения, и если вероятность принятия решения ниже указанного пользователем уровня, то выводится информация о необходимости выявления значений дополнительных характеристических признаков и последовательность мероприятий по

проведению дополнительного обследования. По результатам дополнительного исследования производится уточнение результатов принятия решения (диагноза).

Интеллектуальная система разработана таким образом, что каждый функциональный модуль имеет возможность работы в двух режимах: автономном (отдельное приложение для решения конкретной задачи); в составе интегрированной программной среды (для комплексной диагностики здоровья биообъекта).

Апробация интеллектуальной системы на реальных данных показала, что качество решения по вышеизложенным алгоритмам удовлетворяет потребности практического врача.

Разработанная система дает возможность: оценивать адаптационный потенциал, степень напряжения и функциональные резервы беременных женщин и детей; оперативно оценивать текущее состояние и принимать решения по проведению дополнительного обследования и коррекции состояния.

Дальнейшие исследования связаны с совершенствованием способов задания описания объектов, нечеткого принятия решения, неоднородной последовательной процедуры распознавания и включение в состав коллектива новых алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ротов А.В., Пеккер Я.С., Медведев М.А., Берестнева О.Г.* Адаптационные характеристики человека (Оценка и прогнозирование). – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1997.
2. *Горелик А.Л., Скрипник В.А.* Методы распознавания. – М.: Высш. шк., 1984.
3. *Янковская А.Е.* Степень импликации и частичная ортогонализация дизъюнктивных нормальных булевых функций в связи с проблемой принятия решения // Всесибирские чтения по математике и механике. – Томск, 1997. – С. 225-231.
4. *Гергет О.М., Янковская А.Е.* Подсистема принятия решения, основанная на логико-вероятностном распознавании образов // VII национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. – М., 2000. – С. 663-672.
5. *Гергет О.М., Кочегуров В.А.* Математическое моделирование нестабильных состояний однородных объектов в интеллектуальной медицинской системе // Тр. междунар. конф. AIS'05 и CAD-2005. – М.: Физматлит, 2005. – С. 262-269.

E-mail: OlgaGerget@mail.ru.

УДК: [61:004,3]+001.8

П.Ф. Кикю, д-р мед. наук, канд. техн. наук, **Т.В. Горбуркова**, канд. техн. наук
(НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения –
Владивостокский филиал ДНЦ ФПД СО РАМН)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В публикации представлен один из видов интеллектуальных систем - экспертные системы. Даны их структура, классификация и пример применения в медико-биологических исследованиях.

Ключевые слова: экспертные системы, структура, классификация, медико-биологические исследования.