3) засвоєння нового блоку терміносистеми при виконанні тестових завдань 1-го типу;

4) формування меж концепту у своїй свідомості, шляхом встановлення ментальних зав'язків між новими поняттями та структурою знань, яка сформувалася у студента в процесі виконання завдань 2-го типу;

5) формування внутрішньої структури концепту відповідно до когнітивних структур, які відображені у завданнях 3-го типу.

Після успішного виконання завдання відбувається розмітка вузлів МЗС та перехід до наступного рівня. У випадку неуспішного виконання завдань, терміни цих вузлів стають аргументами процедури для генерації нового сценарію навчання поточного сеансу. Процес навчання відбувається циклічно до повної розмітки графу онтології МЗС. Сеанс навчання вважається завершеним при досягненні мети навчання, яка відображена множиною вершин з повною розміткою - позитивними маркерами на виконання тестових завдань трьох типів.

Висновки. Розробка адаптивних систем онлайн навчання, які базуються на універсальній три-рівневій моделі онтології, в вузлах якої знаходяться когнітивні структури, дозволяє перейти на новий рівень керування навчальним процесом, а саме – до аналізу стану формування ментальних когнітивних структур у студента та формування навчальної траєкторії засвоєння курсу з предмету, відповідно до психологічних особливостей сприйняття інформації студентом.

Перелік посилань:

1. Рижов О. А. Інваріантна модель подання знань у системах дистанційного навчання на основі об`єктно орієнтованого підходу / О.А. Рижов, А.М. Попов // Медична інформатика та інженерія. –2010. – № 1. – С. 100-109.

2. Рижов О. А. Проектування тестових завдань закритого типу на базі моделі онтології на основі когнітивних прототипів. / О. А. Рижов, А. М. Попов // Медична інформатика та інженерія. –2015. № 2. С. 46-51.

3. Рижов О. А. Ефективність самостійної роботи студента над комп'ютерно-генерованими учбовими завданнями на основі когнітивних прототипів./ О.А. Рижов, А.М. Попов, Н. Г. Васильчук // Медична інформатика та інженерія. – 2014. – № 3. – С. 24-31.

4. L. Soldatova. An ontology-based test generation system / Soldatova L., Mizoguchi R. // Semantic Web Technologies for e-Learning. – 2009. – P. 96-112.

УДК 681.32

АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ НА СМАРТФОНЕ

Л. С. Файнзильберг, А. Н. Макеенок
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН Украины и МОН Украины
03680, Киев, пр. академика Глушкова, 40, +38(044)526-41-19, fainzilberg@gmail.com

An innovative approach to creating a new medical information system based on the analysis and interpretation of a pulse wave has been developed. A distinctive feature of the technology is the use of a set of intelligent algorithms that allow you to get reproducible results when measuring finger photoplethysmograms of obtained directly from the smartphone's camera (without additional external signal sources).

Введение. Стремительное развитие технологии смартфонов привело к появлению многих медицинских приложений [1]. И это не случайно, поскольку приближение медицинских информационных технологий (МИС) непосредственно к пациенту – одна из главных задач современной цифровой медицины, а смартфон более удобен для использования пациентом, чем настольные или портативные компьютеры.

Известно, что частота сердечных сокращений (ЧСС) – одна из важнейших показателей жизнедеятельности человеческого организма. Диагностическая ценность оценки ритма сердца была известны еще в древнегреческой медицине, а пульсовая диагностика – один из главных элементов тибетской медицины. Поэтому смартфоны давно уже используют для решения как достаточно простых задач (определения среднего значения ЧСС за определенный промежуток времени), так и для оценки регуляторных систем организма на основе математического анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Основная часть. Для оценки динамического ряда кардиоинтервалов чаще всего к смартфону подключают внешние источники сигнала, которые регистрируют электрокардиограмму (ЭКГ), несущую информацию об электрической активности сердца в одном из отведений, или же пальцевую фотоплетизмограмму (ФПГ), несущую информацию о кровенаполнении в фаланге пальца. Очевидно,

что внешний источник сигнала, подключаемый к смартфону, усложняет проведение тестирования в полевых условиях и удорожает саму МИС.

В работах [2], [3] даны сообщение о методе измерения ЧСС, основанном на анализе пальцевой фотоплетизмограммы, которую регистрируют с помощью встроенной камеры смартфона. ФПГ получают на основе обработки динамического ряда изображений фаланги пальца. Безусловно такой привлекательный метод регистрации сигнала открывает новые возможности персонифицированной медицины.

Однако этот метод имеет ряд ограничений. Во-первых, частота кадров, которую обеспечивает большинство встроенных в смартфоны камер, находится в пределах 30-60 кадров в секунду. Отсюда следует, что точность определения продолжительности кардиоинтервалов по динамическому ряду изображений фаланги пальца не превышает 16,7 мс, что недостаточно для оценки статистических и спектральных показателей ВСР. Во-вторых, сам процесс измерения путем наложения фаланги пальца на встроенную камеру смартфона может приводить к случайным помехам на изображениях (артефактам), которые искажают пульсовую волну и порождают ложные значения кардиоинтервалов.

В докладе рассматриваются возможные пути преодоления этих ограничений, реализация которых открывает широкие возможности для использования смартфона без дополнительных внешних источников сигнала при решении актуальных практических задач.

На рис. 1 показаны основные экранные формы разработанных программных модулей, ориентированных на работу под управлением ОС Android, которые обеспечивают:

– автоматический анализ последовательности функций $\Psi_{km1}(x,y)$, $\Psi_{km2}(x,y)$, $\Psi_{km3}(x,y)$, …, характеризующих яркости пикселей с координатами $x = k$, $y = m$ изображения фаланги пальца пользователя на плоскости (x,y) в фиксированные моменты времени $t = 1,2,\ldots,N$, по которым с помощью специальной вычислительной процедуры формируется последовательность дискретных значений пульсовой волны $q_1, q_2, \ldots, q_N$ (рис. 1, а);

– выделение локальных максимумов $q_1, q_2, \ldots, q_N$ на фоне возможных возмущений;

– адаптивную фильтрацию, обеспечивающего повышение точности определение кардиоинтервалов по выделенным экстремальным значениям пульсовой волны;

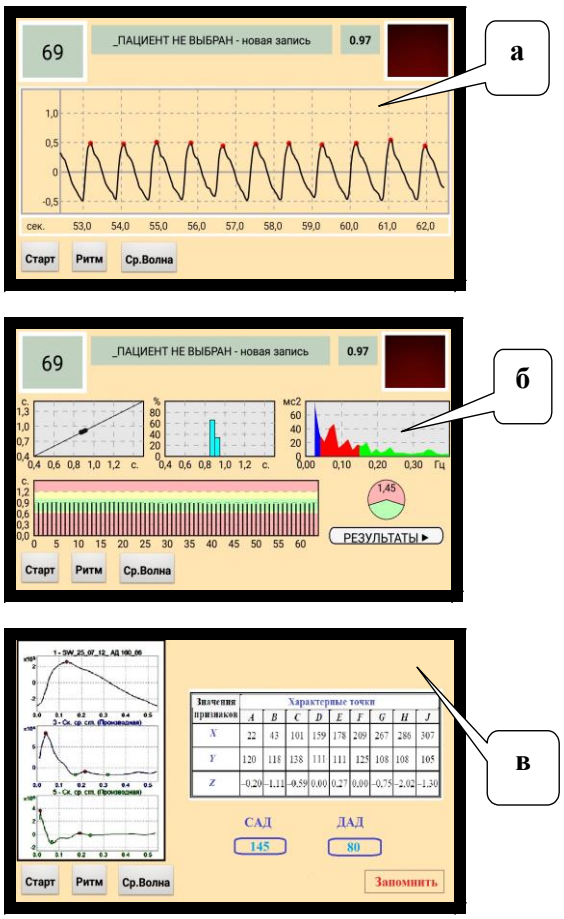

Рисунок 1. – Фотоплетизмограф на смартфоне: а – график пульсовой волны; б – интерпретация результатов анализа ВСР; в – интерфейс модуля формирования обучающей выборки.

– определение и графическое отображение стандартных статистических и спектральных характеристик ВСР (рис. 1, б);

– отображение результатов анализа интегральных характеристик ВСР и сигнализацию об их отклонениях от нормы;

– селекцию ненадежных кардиоинтервалов на основе модифицированного алгоритма [4];

– построение эталона пульсовой волны путем усреднения выделенных кардиоциклов;

– оценку первой и второй производных эталонной пульсовой волны с использованием специальных вычислительных процедур [5];

– определение характерных точек эталонной пульсовой волны и ее производных, по которым формируется вектор диагностических признаков $s = (s_1, s_2, \ldots, s_M)$;

– накопление экспериментальных данных в обучающей выборке наблюдений для построения диагностических решающих правил (рис. 1, в).

Выводы. Эксперименты подтвердили воспроизводимость значений диагностических признаков эталонных пульсовых волн, построенных для конкретных пользователей при фиксированных показателях функционального состояниях их организма. Этот результат открывает возможность построение конкурентоспособной МИС, которая реализуется на смартфоне без дополнительных внешних источников сигнала.

Перечень ссылок:

1. Boland P. The emerging role of cell phone technology in ambulatory care. – Journal of Ambulatory Care Managemen. – 2007. – Vol. 30. – No. 2. – P. 126-133.
2. Saquib N., Papon M.T.I., Ahmad I., Rachman A. Measurement of Heart Rate Using Photoplethysmography. – Proceeding of 2015 International Conference on Networking Systems and Security. – Dhaka, 2015. – P. 158-163.
3. Papon M.T.I., Ahmad I., Saquib N., Rahman A. Non-invasive heart rate measuring smartphone applications using on-board cameras: A short survey. – Proceeding of 2015 International Conference on Networking Systems and Security. – Dhaka, 2015.– P. 1-6.
4. Файнзільберг Л.С. Спосіб виявлення атипових циклів на електрокардіограмі // Патент України на корисну модель № 112127. – Бюл. № 23, 2016 р.
5. Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. – Киев: Наукова Думка, 2008. – 333 с.

УДК 004.621

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ЯКІСНИХ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ У ЛОГІСТИЦІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ

О. Є. Федорович, О. В. Коновалова
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
61070, Харків, вул. Чкалова, 17, кафедра «Комп'ютерних наук та інформаційних технологій»,
тел.: (057) 788-43-02, e-mail: kafius@ukr.net

The article poses and solves the problem of patients choosing high-quality services in a medical institution. Many alternative options for providing medical services to the population are being considered, taking into account the ongoing medical reform and modern antitrust requirements. Quality indicators, logistic (time) costs and also the financial costs of the patient are used to evaluate medical services. Qualitative and quantitative estimates of indicators are used. A lexicographic ordering of options for choosing a medical institution for qualitative assessments of indicators is proposed. When using quantitative values of indicators, the choice is made by multi-criteria optimization using Boolean variables and integer linear programming. The proposed approach is advisable to use to analyze the requirements of the population for the provision of medical services, as well as for the patient to select the necessary medical institution.

Реформування у медичній галузі пов'язано, у першу чергу, з забезпеченням якісних медичних послуг та можливостей населення при виборі альтернативних медичних закладів. На теперішний час існує безліч медичних закладів, які пропонують населенню медичні послуги з різним рівнем якості та оплати за надані послуги. Тому актуальна тема запропонованого докладу, у якому пропонується оцінювати якість послуг з урахуванням можливих затрат логістичного циклу обслуговування.

Як відомо пацієнт при зверненні до медичного закладу, вказує своє місцезнаходження, логістику руху до обраного медичного закладу, можливе очікування на отримання обслуговування, якість обслуговування, а також фінансові затрати. Таким чином виникає задача багатоваріантного вибору медичного закладу з урахуванням основних показників: якість обслуговування (Q_i), логістичні затрати та час очікування обслуговування (T_i), фінансові затрати за отриманні медичні послуги (W_i), де і – можливий варіант медичного закладу, $i = \overline{1, n}$. При оцінці кожного показника для можливих варіантів медичних закладів можна скористатися якісними та кількісними показниками. Для використання якісних значень показника скористаймося лінгвістичними змінними у вигляді букв латинського алфавіту. Наприклад, для показника якості А – висока якість обслуговування, В – достатня якість обслуговування, С – задовільна якість обслуговування. Тоді, при використанні якісних оцінок показників, кожен варіант медичного закладу можна уявити у вигляді «слова», де на початку буде знаходитись найбільш важливий за пріоритетом показник, а наприкінці найменш важливий.

Нехай, наприклад, порівнюється три закладу. Показники у порядку важливості: Q_i, T_i, W_i. Тоді перший заклад: В, С, А, другий – В, А, В, а третій – А, В, В. У вигляді списку:

1. В, С, А.
2. В, А, В.