

О.І. ДОРОШ, І.Й. ЕРМАКОВА

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України

Г.Л. КУЧМІЙ

Національний університет «Львівська політехніка»

О.В. БОЙКО, Н.В. ДОРОШ

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

Д.В. ВОЛОШИН

Інститут програмних систем НАН України, nvdorosh54@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕДИЧНИХ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ СТАН ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Проаналізовано сучасний стан розвитку мобільних технологій для задач персоналізованої превентивної медицини та особливості застосування медичних гаджетів, мобільних додатків та сервісних платформ для реєстрації, експрес-аналізу та контролю показників, що характеризують стан здоров'я людини. Представлено концепцію створення інноваційної мобільної інформаційної системи зі зворотним зв'язком на базі інтелектуального мобільного навігатора з сервісною платформою для тривалого спостереження та аналізу інтегральних показників здоров'я, а також методи її практичної технічної реалізації для систем з ОС Android. Розроблено модульну структуру, алгоритмічну базу та спеціалізоване програмне забезпечення мобільної інформаційно-комунікаційної системи, у яку входять медичні гаджети та мобільні додатки, модуль експрес-аналізу, мобільний навігатор, сервісна платформа та комплекс спеціальних програм, що дозволяє користувачам оцінити основні показники їх здоров'я, а також кореляції показників з такими факторами, як тривалість сну, фізична активність, харчові звички, насичення киснем та ін. на основі електронного щоденника, створеного у його смартфоні. Приведено результати практичного випробування системи з використанням медичного гаджету MioFuse та мобільного додатку MioGO на основі вимірювання та аналізу частоти серцевих скорочень (пульсу) у 5 частотних діапазонах протягом 10 годин при різному рівні фізичного навантаження. Результати вимірювань можуть бути відображені у графічному вигляді на екрані смартфона, а також передані на серверну частину системи для проведення комплексного аналізу варіабельності серцевого ритму за допомогою розробленого спеціалізованого програмного забезпечення для ОС Android. Програма дозволяє розрахувати кардіоінтервалограму, визначити закон розподілу та провести спектральний аналіз кардіоінтервалів у базисі Фур'є. Показана перспективність застосування мобільних засобів для задач персоналізованої профілактичної медицини.

Ключові слова: медичні гаджети, мобільні додатки, вимірювання і контроль

O.I. DOROSH, I.I. YERMAKOVA

International Scientific -Training Centre for Information Technologies and Systems

G.L. KUCHMIY

Lviv Polytechnic National University

O.V. BOYKO, N.V. DOROSH

Danylo Halatsky Lviv National Medical University

D.V. VOLOSHYN

Institute of Software Systems of National Academy of Sciences of Ukraine

MOBILE MEDICAL APPLICATION FOR CREATION OF INFOCOMMUNICATION SYSTEM FOR MEASURING AND ANALYSIS OF HUMAN HEALTH INDICATORS

The current state of mobile technology for personalized preventive medicine problems and features of medical gadgets, mobile applications and service platforms for recording, express-analysis and monitoring indicators characterizing the state of health are analysed. The concept of creating innovative mobile information system with feedback based on intelligent mobile navigation device with a service platform for long-term observation and analysis of integrated health indicators and methods of its practical technical implementation for systems on OS Android is presented. The modular structure, algorithmic base and specialized software for mobile information and communication system, which includes medical gadgets and mobile applications, express-analysis module, a mobile navigation device, service platform and a set of special software, which allows users to assess the basic indicators of their health and correlation with such factors as sleep duration, physical activity, dietary habits, oxygenation of the body etc., based on electronic diary, created in the smartphone are developed. The results of the practical testing of the system using the medical gadget MioFuse and mobile application MioGO based on the measurement and analysis of heart rate in 5 frequency ranges during 10 hours with different levels of physical activity are shown. Measurement results can be displayed graphically on the screen of the smartphone or transferred to the server for comprehensive analysis of heart rate variability using developed specialized software for OS Android. The program allows us to calculate the cardio-interval-gram, determine the distribution law and conduct spectral analysis of cardiointervals. The prospects for the use of mobile application for the task of personalized preventive medicine are shown.

Keywords: medical gadgets, mobile applications, measurement and control

Задача вимірювання та реєстрації медико-біологічних параметрів, що характеризують роботу різних підсистем організму людини є однією з найважливіших у медицині. Розвиток та впровадження у заклади охорони здоров'я автоматизованих робочих місць лікарів, медичних інформаційних систем, таких як «Доктор Елекс», EMCIMED та ін. дозволяють автоматизувати роботу різних ланок медичних установ, але проблема швидкого, якісного та надійного вимірювання, аналізу та тривалого моніторингу показників

фізичного та ментального здоров'я населення залишається актуальною.

Важливими напрямками у сучасній системі охорони здоров'я є розвиток профілактичної медицини та реалізація персоналізованого підходу до клієнтів з метою своєчасного виявлення та попередження захворювань серед населення. У зв'язку з цим виникає задача забезпечення персоналізованого спостереження, аналізу та контролю показників стану здоров'я кожної конкретної людини протягом тривалого часу. Сучасний розвиток інформаційно-комп'ютерних, мобільних та телекомунікаційних технологій надає нові можливості для вирішення цієї задачі.

На даний час розробниками пропонується велика кількість медичних гаджетів та мобільних додатків для вимірювання окремих фізіологічних та вербальних показників, що характеризують стан здоров'я людини: пульс (Instant Heart Rate, Runtastic Heart Rate Monitor), артеріальний тиск (Blood Pressure Monitor), рівень глюкози в крові, спірометричні показники, якість слуху та зору та ін. Мобільні засоби також визначають емоційний стан людини та рівень стресу (Stress Check); контролюють фізичну активність (Googlefit, moves) та кількість спалених калорій; фази та якість сну (Sleep Time) і т.д. [1]. У категорію m-health додатків також входять багатопараметричні системи моніторингу, носимі, тканеві та імплантовані сенсори життєво-важливих показників здоров'я, системи експрес-аналізу, додатки для контролю вживання ліків, системи тренінгу для стабілізації емоційного стану, покращення когнітивних функцій та працездатності. Активно розробляються системи віддаленого контролю та підтримки при хронічних захворюваннях (Care Innovations, Visi Mobile, hWear (ЕКГ), SugarSenz (діабет) та ін.)

Для збору, передачі та опрацювання результатів вимірювання показників використовують спеціальні сервісні платформи. Наприклад, Apple Health-сервіс збирає показники серцевого ритму, рівень глюкози, кількість калорій, дані про режим сну через єдиний інтерфейс. Samsung пропонує закритий додаток для здоров'я S-Health з базою продуктів і вправ, з можливістю оцінювання таких параметрів, як пульс, рівень стресу, сон, фізична активність і витрачені калорії. На екран смартфона Samsung Galaxy виводяться такі дані: крокомір, тренування, пульс, їжа, вага, сон, стрес. Цей сервіс дає можливість підключити додаткові гаджети через спеціальні аксесуари (Gear).

Мобільна платформа ResearchKit™ компанії Apple є iPhone платформою з відкритим вихідним кодом, яка дає дослідникам можливість прямого збору даних від пацієнтів з майбутнім потенціалом стандартизації і можливістю багаторазового використання додатків. Технологія дистанційного моніторингу також пропонує подібні переваги прискорення збору даних, поліпшення якості даних і скорочення випробувальних витрат. Компанія GlaxoSmithKline, у співпраці з McLaren Group і Medidata, працює над розробленням сервісу для отримання даних у режимі реального часу.

Недоліки Android-S Health платформ, Google Fit, Research Kit, Win Phone в тому, що вони не можуть аналізувати дані, отримані від користувача і давати рекомендації, засновані на медичній практиці з використанням методів доказової медицини. Також немає індивідуального підходу до кожного користувача з урахуванням інтегрованих (об'єктивно-суб'єктивних) показників. Дуже мало додатків з використанням зворотного зв'язку для віртуальних консультацій.

Для покращення достовірності отриманих результатів пропонується враховувати як об'єктивні дані вимірювань фізіологічних показників, так і результати тестових опитувань (суб'єктивні дані) для формування інтегральних оцінок [2].

На основі аналізу функціональних і аналітичних можливостей сучасних засобів для вимірювання та оцінки психофізіологічних функцій за допомогою медичних сенсорів, гаджетів і мобільних додатків для смартфонів, розроблена концепція створення інноваційної мобільної інформаційної системи зі зворотним зв'язком на базі інтелектуального мобільного навігатора з сервісної платформою для тривалого спостереження, аналізу і корекції інтегральних показників ментального і фізичного здоров'я людей, а також методи її практичної технічної реалізації для систем з ОС Android, IOS [3,4].

На основі запропонованої концепції розроблена модульна структура, алгоритмічна база та програмне забезпечення інноваційної мобільної інформаційної системи. В інформаційно-аналітичну систему входять медичні гаджети, мобільний навігатор, сервісна платформа та комплекс тестових програм, що дозволять користувачам оцінити їх основні фізіологічні та ментальні показники, а також кореляції показників з такими факторами, як тривалість сну, фізична активність, харчові звички, адекватне насичення киснем тіла і т.д. на основі електронного щоденника, створеного у його смартфоні.

Практичне випробування системи було проведено з використанням медичного гаджету MioFuse та мобільного додатку MioGO. Проводилось спостереження за частотою серцевих скорочень (пульс) у 5 частотних діапазонах протягом 10 годин з різним рівнем фізичної активності. Результати вимірювань відображались у графічному вигляді на екрані смартфона і далі передавались на серверну частину системи для проведення комплексного аналізу.

Порядок роботи системи у режимі вимірювання та аналізу частоти серцевих скорочень передбачає послідовне виконання наступних операцій:

1. Вибір на браслеті MioFuse режиму вимірювання пульсу (HOLD- FIND-80-GO) та по закінченні вимірювання режиму Pause-END. Далі необхідно на екрані смартфона вибрати програму-додаток MioGo (All Activity –Heart Rate) і перейти у режим синхронізації FUSE Connected (сканування результатів вимірювання). Для отримання результатів вимірювання частоти серцевих скорочень (Heart Rate) у графічному вигляді необхідно перейти у режим FUSE Workout (рис.1).

2. Вибір діапазону вимірювання для експрес-аналізу частоти серцевих скорочень (ЧСС) можна здійснити на екрані смартфона. Вбудовані функції гаджета MioFuse з мобільним додатком MioGo дозволяють задавати 5 діапазонів вимірювання частоти серцевих скорочень (Heart Rate) та аналізувати пульс в кожному з діапазонів. У випадках, коли значення пульсу виходить за межі заданого діапазону, гаджет подає вібросигнал тривоги.

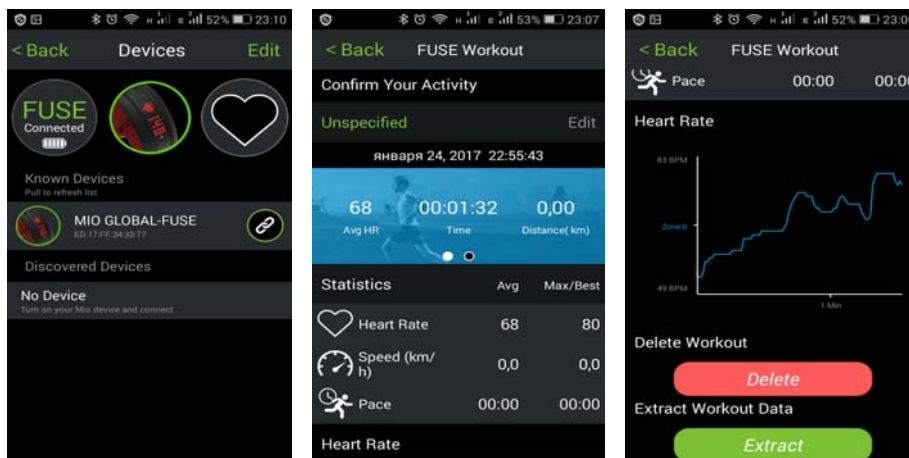


Рис. 1. Режими вимірювання та відображення частоти серцевих скорочень (Heart Rate) за допомогою медичного гаджета та мобільного додатку для смартфона MioFuse-MioGo

3. Передача масиву даних, отриманих в результаті вимірювання ЧСС протягом вибраного часу за допомогою засобів MioFuse-MioGo на ПК (серверна частина системи) проводиться за допомогою вибору опції Extract на екрані смартфона. Результати будуть відображені у вигляді електронної таблиці (рис.2).

Device	Android	Model	HUAWEI	Version	4.4.2	AppVerio	2.7.1															
Year	2017	Month	0	Day	24	Hour	23	Minute	0	Second	34	BatteryUs	0									
File created by Mio Go v2.7.1 Android App																						
sensor	present	smrec	percag	model																		
workout	starttime	runningtn	spdavg	hraag	manualdst																	
interval	starttime	runningtn	spdavg	hraag	manualdst																	
time(sensor for "hearti catones")	step_data	manual_data	interval	pace_data	speed_data																	
0	54	0	0	0	0																	
1	53	0	0	0	0																	
2	53	0	0	0	0																	
3	54	0	0	0	0																	
4	57	0	0	0	0																	
5	57	0	0	0	0																	
6	58	0	0	0	0																	
7	58	0	0	0	0																	
8	59	0	0	0	0																	
9	59	0	0	0	0																	
10	59	0	0	0	0																	
11	59	0	0	0	0																	
12	59	0	0	0	0																	
13	59	0	0	0	0																	
14	59	0	0	0	0																	
15	59	0	0	0	0																	
16	60	0	0	0	0																	

Рис. 2. Відображення результатів вимірювання ЧСС у вигляді електронної таблиці

В середовищі електронних таблиць можна проводити необхідні розрахунки для експрес-аналізу ЧСС , а також підготувати масив даних для комплексного професійного аналізу даних на основі методів доказової медицини (наприклад, аналізу варіабельності серцевого ритму (BСP), спектрального аналізу даних у різних ортогональних базисах та ін.).

Для проведення комплексного аналізу BСP було розроблено спеціальну програму для ОС Android [4] , яка дозволяє скопіювати потрібний масив даних з електронної таблиці у текстовий файл та розрахувати кардіоінтервалограму, визначити закон розподілу та провести спектральний аналіз кардіоінтервалів у базисі Фуре. Результати аналізу (показники часової області, показники закону розподілу кардіоінтервалів, показники спектрального аналізу) можуть бути представлені у вигляді рис.3 та у графічному вигляді.

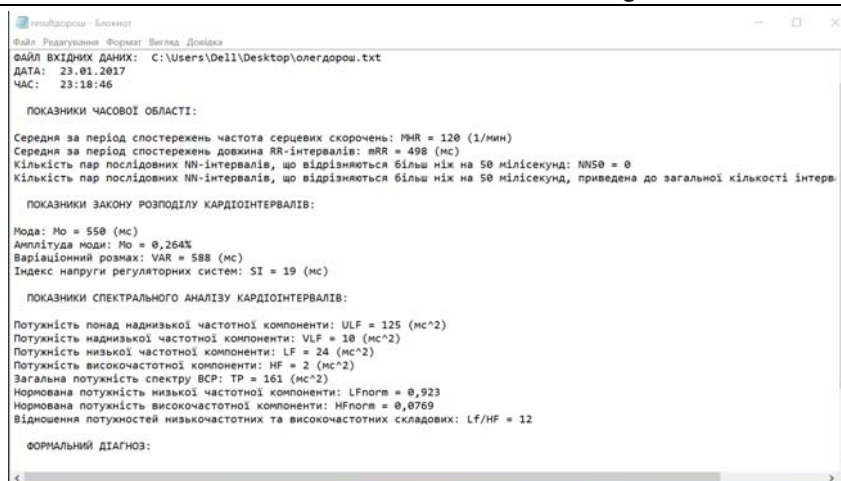


Рис. 3. Відображення результатів аналізу

Застосування медичних гаджетів, мобільних додатків та сервісних платформ для реєстрації та контролю фізіологічних та вербальних показників, що характеризують стан здоров'я людини є дуже важливим напрямком при побудові сучасних інфокомунікаційних систем персоналізованої мобільної медицини [5]. Подальшим кроком є перехід від контролю та експрес-аналізу окремих показників здоров'я до їх комплексного аналізу з використанням методів спектрального аналізу у різних ортогональних базисах (наприклад, при аналізі варіабельності серцевого ритму - ВСР), імовірнісних методів Байеса для прогнозування наявності та можливого розвитку захворювання і визначення групи ризику та формування спеціальних програм корекції для стабілізації та покращення стану здоров'я користувача системи.

Література

1. Абдулаев В. Г. Мобильные приложения для здоровья [Текст] / В. Г. Абдуллаев, Т. К. Аскеров, И. В. Чуба // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – Т. 1, № 64.
2. Вербально-фізіологічні методи оцінювання стану здоров'я та стилю життя студентів з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та мобільних медичних гаджетів [Текст] / Дорош Н.В., Бойко О.В., Заячківська О.С. [та ін.] // Медична інформатика та інженерія.- 2016. – №1. – С.65-66.
3. Дорош, Н. В. Розробка модульної концепції інформаційно-комунікаційної системи для задач охорони здоров'я [Текст] / Н. В. Дорош, О. В. Бойко, Г. Л.Кучмій, О. І. Дорош // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Фізико-технологічні проблеми передавання, обробки та зберігання інформації в інфокомунікаційних системах”. - Чернівці, 2016. - С.255-256.
4. Дорош, О.И. Медицинское мобильное устройство на базе ОС ANDROID [Text] / О.И. Дорош // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика та моделювання. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 32 (1141).- С.60-68.
5. Мінцер, О. П. Особливості діагностики стану здоров'я пацієнта з позиції мобільної медицини. Постановка проблеми [Текст] / О. П. Мінцер, Я. О. Шевченко // Медична інформатика та інженерія. - 2016, - № 4 – С. 31-36.

Reference

1. Abdulaev V. G. Mobilnyie prilozheniya dlya zdorov'ya [Tekst] / V. G. Abdullaev, T. K. Askerov, I. V. Chuba // Radioelektronika i informatika. – 2014. – Т. 1, № 64.
2. Verbal'no-fiziologichni metody` ocinyuvannya stanu zdorov'ya ta sty'lyu zhy'ttya studentiv z vy'kory'stanniam informacijno-komp'yuterny'x tehnologij ta mobil'ny'x medy'chny'x gadzhetiv [Tekst] / Dorosh N.V., Bojko O.V., Zayachkivs'ka O.S. [ta in.] // Medy'chna informaty'ka ta inzheneriya.- 2016. – №1. – S.65-66.
3. Dorosh, N. V. Rozrobka modul'noyi koncepciji informacijno-komunikacijnoyi sy'stemy` dlya zadach oxorony` zdorov'ya [Tekst] / N. V. Dorosh, O. V. Bojko, G. L.Kuchmij, O. I. Dorosh // Materialy` V Mizhnarodnoyi naukovoprakty'chnoyi konferenciji “Fizy'ko-tehnologichni problemy` peredavannya, obrobky` ta zberigannya informaciyi v infokomunikacijny'x sy'stemax”. - Chernivci, 2016. - S.255-256.
4. Dorosh, O.I. Meditsinskie mobilnoe ustroystvo na baze OS ANDROID [Text] / O.I. Dorosh // Vestnik NTU "HPI". Seriya: Informatika ta modelirovanie. – Harkov: NTU "HPI". – 2015. – № 32 (1141).- S.60-68.
5. Mincer, O. P. Osobly'vosti diagnosty'ky` stanu zdorov'ya paciyenta z pozy'ciyi mobil'noyi medy'cy'ny`. Postanovka problemy` [Tekst] / O. P. Mincer, Ya. O. Shevchenko // Medy'chna informaty'ka ta inzheneriya. - 2016, - № 4 – S. 31-36.

Рецензія/Peer review : 11.4.2017 р.

Надрукована/Printed :26.6.2017 р.

Стаття рецензована редакційною колегією