

ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

УДК 004.9

Білецький І.А.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

Будник М.М.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОННИХ КАБІНЕТІВ ЛІКАРЯ-КАРДІОЛОГА ТА ПАЦІЄНТА

Розглянуто вимоги до телемедичної системи аналізу та відображення кардіологічних сигналів. Запропоновано архітектуру та програмно-апаратну реалізацію такої системи. Розроблено телемедичну систему електронних кабінетів лікаря-кардіолога та пацієнта. Система здійснює реєстрацію, оброблення та накопичення ЕКГ сигналів та варіабельності серцевого ритму пацієнтів та візуалізацію за допомогою зручного веб-інтерфейсу. Сьогодні система тестується на сайті компанії Cardiolyse.

Ключові слова: телемедичні системи, архітектура клієнт-сервер, медичні гаджети, електрокардіографія, варіабельність ритму серця.

Постановка проблеми. Найпоширенішою причиною смертності у всьому світі є хвороби систем кровообігу (далі – ХСК), тобто серцево-судинні захворювання. Особливо актуальною ця проблема є саме для України, де на ХСК припадає більше 68% усіх випадків смерті. При цьому за коефіцієнтом смертності населення (15,3%) Україна випереджає всі країни Європи, входячи в десятку країн із найвищими у Європі показниками смертності [1].

Для своєчасної діагностики та доступу до висококваліфікованого медичного персоналу доцільно використовувати інструменти телемедицини. У зв'язку з розробкою, здешевленням та поширенням портативних ЕКГ пристроїв та фотоплетизмографів, які дають можливість знімати покази варіабельності серцевого ритму, постає питання створення програмної платформи, що дозволяла б проводити аналіз таких медичних сигналів та створила б канал комунікації пацієнтів, що мають підвищені ризики розвитку серцево-судинних захворювань із кваліфікованими лікарями кардіологами.

Постановка завдання. Завдання – розробити архітектуру та створити програмну систему для лікаря-кардіолога та пацієнта, яка має задовольняти наступним вимогам:

- зберігати та обробляти кардіограми та ритмограми;
- надавати зручний доступ лікареві та пацієнтові до результатів обробки та до сирих даних, представляти їх у зручному та зрозумілому форматі;
- зберігати особисті дані пацієнтів згідно з політикою конфіденційності та відповідності стандартам Європейського Союзу;
- зберігати дані та результати оброблення невизначений час;
- підтримувати велику кількість моніторених осіб та лікарів;
- забезпечити зручний механізм доступу до персональних даних.

Виклад основного матеріалу дослідження.
Архітектура системи. Натепер на ринку представлена велика кількість портативних приладів для моніторингу життєвих показників людини. Такі прилади – фітнес-браслети з убудованим фотоплетизмографічним сенсором, що реєструє пульсову хвилю, яка поширюється кровеносними судинами внаслідок серцевих скорочень. На жаль, більшість популярних браслетів (такі як Mi Band або Apple Watch) не мають достатньої точності щоб фіксувати варіабельність серцевого ритму

(далі – ВСР). Однак з’являються більш професійні (проте дорожчі і тому менш розповсюджені) пристрої, що можуть надавати таку інформацію. Прикладами таких приладів є продукти компанії Polar, Cosinuss, PulseOn тощо.

Крім того, розвивається ринок кишенькових кардіографів, які можуть знімати повноцінну 1-канальну (в деяких приладах (за наявності додаткових нагільних електродів) багатоканальну) ЕКГ. Прикладами таких пристроїв є NeuroSky, Solvaig, Faros.

Їх використання дозволяє отримати цифрову ЕКГ у будь-який момент часу у будь-якому місці, а також (за наявності відповідної хмарної програмної системи) проаналізувати і продемонструвати її лікарю. Загальна структура системи показана на рис. 1.

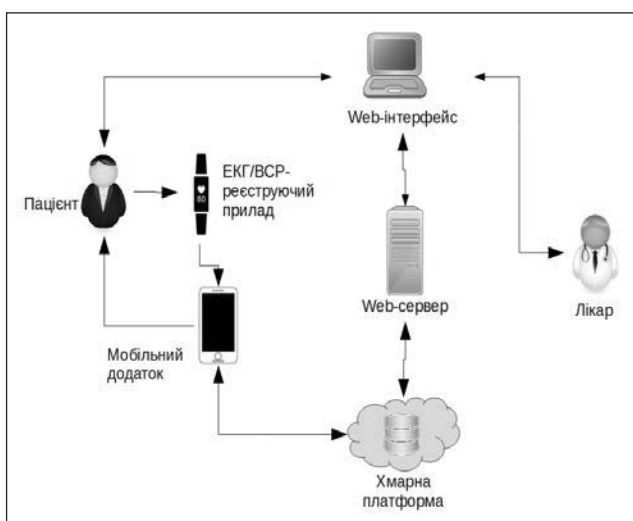


Рис 1. Загальна архітектура пропонованої телемедичної системи

Програмна реалізація. Система складається з 4-х окремих частин:

- 1) клієнтський додаток для Android, що приймає дані з ЕКГ/ВСР реєструвального приладу та надсилає дані на сервер. Крім того, виконує роль візуалізації та представлення оброблених даних пацієнтові;
- 2) хмарна платформа для приймання даних від клієнтів, оброблення, збереження та контролю з подальшим доступом до них;
- 3) web-сервер для зв’язку з хмарною платформою та обслуговування web-інтерфейсу;
- 4) web-інтерфейс у вигляді кабінету для лікаря та пацієнта.

Хмарна платформа реалізує REST API [2] інтерфейс для взаємодії з клієнтами. Для написання веб-серверу застосовано мову програмування Java та фреймворк Spring [3], який спрощує та прискорює розробку складних веб-сервісів. Одним із клієнтів

хмарної платформи є Android-аплікація, що виступає у вигляді джерела необроблених даних та відображає користувачеві (пацієнту) результати комп’ютерної обробки ЕКГ/ВСР сигналу.

Іншим клієнтом є Web-сервер, що виступає як проху-сервер і виконує роль обслуговування web-інтерфейса та реалізує зручне API для представлення даних пацієнта у вигляді web-застосунку. Web-сервер реалізовано на базі платформи Node.js [4] на мові програмування JavaScript із застосуванням фреймворку Express.js [5]. Web-аплікація розроблена на мові JavaScript із використанням бібліотек JQuery [6] та Bootstrap 3 [7].

Для облікового запису лікаря вигляд кабінету представлено на рис.2. У лівій колонці знаходиться список пацієнтів з ідентифікаційними даними, справа – кабінет обраного пацієнта, що має вигляд списку його останніх ЕКГ/ВСР записів, у якому візуалізується його ризик серцевих розладів (Risk Level) та інтегральна оцінка серцевого стану (Overall wellbeing score). Для кожного запису можна подивитись скорочений та повний (рис. 3) аналіз, а також подивитись сирі кардіограму та усереднений QRS-комплекс (тільки для ЕКГ записів) (рис.4).

Для пацієнта представляється та сама інформація за винятком розгорнутого аналізу та сирих даних. Окрім того, web-аплікація надає можливість редагувати профіль користувача та керувати доступом до приватних даних пацієнта, надаючи та забороняючи тим чи іншим лікарським обліковим записам переглядати його приватні дані.

Висновки. Комп’ютерний аналіз біомедичних сигналів є актуальним питанням світової медицини. Окрім того, виникає необхідність у побудові телемедичних систем, що дозволить зв’язати віддалених один від одного пацієнтів та лікарів.

Розроблена система забезпечує моніторинг довільної кількості пацієнтів, аналіз даних кардіологічних вимірювань та представлення довільної кількості лікарів. Наразі система перебуває у пілотному випробуванні на фінської компанії Cardiolyse. Під час аналізу даних використовуються створені діагностичні методики бальної оцінки ЕКГ згідно з ВО 2017/010963 [8].

У таких системах, як ЕКГ-реєстратори, також можуть бути застосовані вітчизняні портативні електрокардіограф чи ЕКГ-фотометричний комплекс, створені раніше у співдружності з НВП «Метекол» (м. Ніжин) [9–10] (під час застосування ноутбука замість смартфона та дротового зв’язку). Проте ці прилади не можуть носитися пацієнтом, тому така телемедична система не

Cardiolyse.me Heart Health Monitoring Signed in as [User Name]

Search... Sort By: Surname

History Trends

Date/Time	Risk level	Overall wellbeing score	Detailed Report	GP Report
from...		from...		
to...		to...		
20.04.2018, 12:33:33	Low	68		
20.04.2018, 11:40:55	Very low	63		
20.04.2018, 10:45:17	Low	67		
20.04.2018, 5:54:42	Low	86		
20.04.2018, 5:50:11	Low	57		
19.04.2018, 22:32:41	Low	70		
19.04.2018, 22:02:26	Low	76		
19.04.2018, 20:52:53	Low	69		
19.04.2018, 18:16:07	Low	53		
19.04.2018, 17:38:04	Low	58		
19.04.2018, 16:05:10	Low	53		
19.04.2018, 13:02:54	Low	60		
19.04.2018, 10:17:05	Low	80		
19.04.2018, 7:34:19	Low	62		
12.04.2018, 15:39:39	Low	66		
12.04.2018, 14:03:05	Low	66		
12.04.2018, 12:56:52	Low	66		
12.04.2018, 11:33:07	Very low	70		
12.04.2018, 7:16:04	Low	79		
12.04.2018, 6:30:31	Low	82		

Pages: First Prev ... 29 30 31 32 33 ... Next Last 33 of 52

© Cardiolyse.me. All rights reserved License Agreement Privacy Policy Cookies GDPR Form

Рис. 2. Вигляд електронного кабінету лікаря

зможє монітувати стан людини в реальному часі, а лише здійснювати медичну діагностику та телеконсультації.

Розроблена система також може бути застосована для тривалого моніторингу інших груп користувачів, зокрема працівників, робота яких супрово-

джується високим рівнем фізичного або емоційного навантаження, до яких належать військовослужбовці, співробітники поліції, інших силових структур, для яких, зважаючи на специфіку діяльності, доцільно визначати специфічні маркери, наприклад, рівня болю, стресу тощо [11–12].

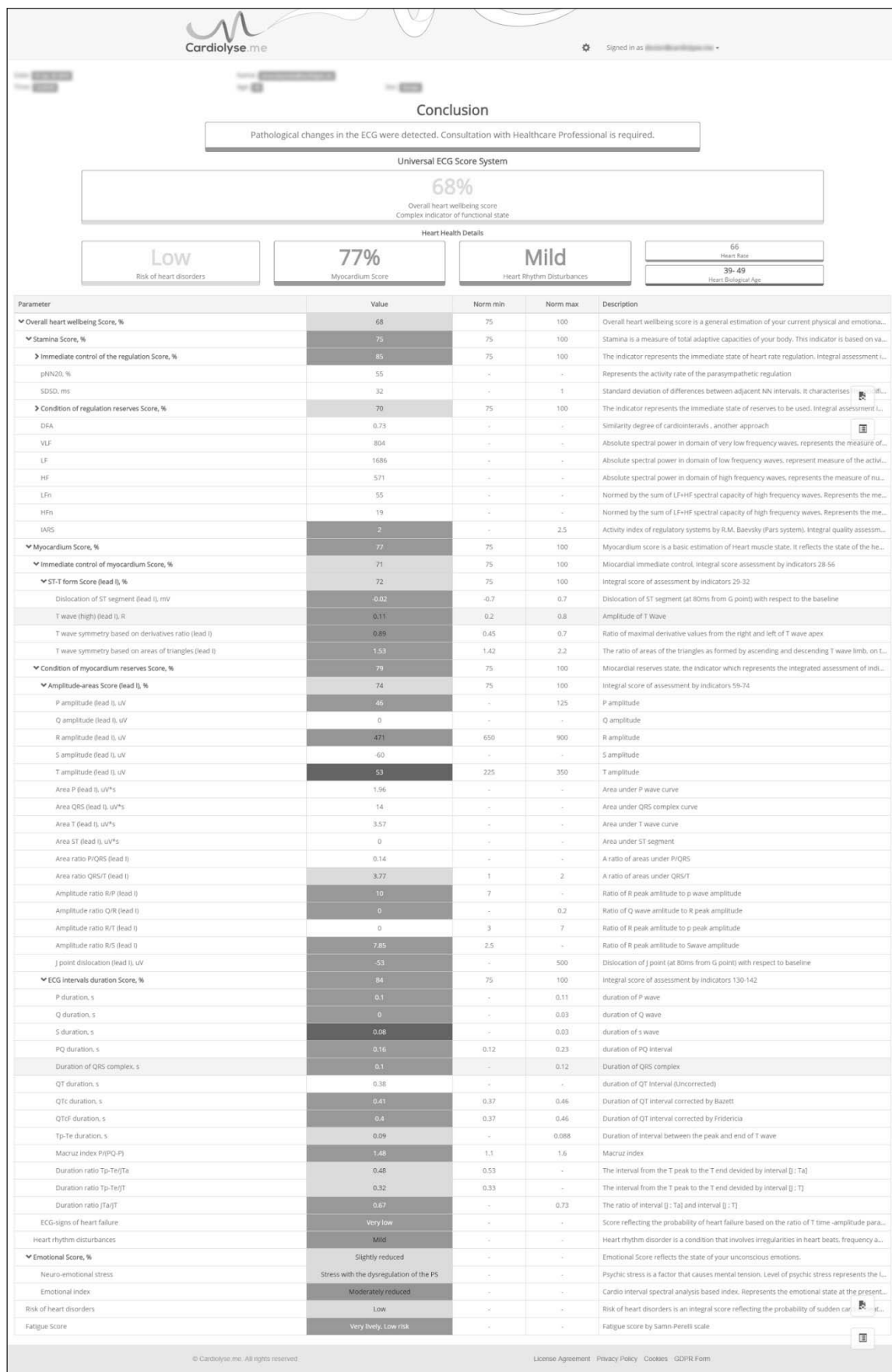


Рис. 3. Розгорнутий аналіз електрокардіограми



Рис. 4. Звіт за результатами обстеження та вигляд ЕКГ сигналів

Список літератури:

1. Теренда Н. О. Смертність від серцево-судинних захворювань як державна проблема. Вісник наукових досліджень. 2015. № 4. С. 11–13.
2. Representational state transfer. Wikipedia: free encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer (дата звернення 21.08.2017).
3. Projects. Spring Framework. URL: <https://projects.spring.io/spring-framework/> (дата звернення 14.07.2017).
4. Node.js. URL: <https://nodejs.org/en/> (дата звернення 19.04.2017).
5. Express.js. URL: <https://expressjs.com/> (дата звернення 16.05.2017).

6. JQuery. URL: <https://jquery.com/> (дата звернення 08.03.2017).
7. Bootstrap. URL: <https://getbootstrap.com/docs/3.3/> (дата звернення 30.05.2017).
8. Спосіб універсальної бальної оцінки електрокардіограми: пат. 104827 Україна. № u201506896, заявл. 13.07.2015, опубл. 25.02.2016, Бюл. №14, 12 с.
9. Портативний комп'ютерний електрокардіограф: пат. 82495 Україна. № u201214537, заявл. 19.12.2012, опубл. 12.08.2013, Бюл. № 15, 8 с.
10. Спосіб реєстрації пульсових хвиль в організмі людини: Пат. 111744 Україна. № 201604237, заявл. 26.04.2016, опубл. 25.11.2016, Бюл. № 22, 7 с.
11. Білецький І.А., Чайковський І.А. Визначення частоти дихання на основі ЕКГ та дослідження її зв'язку зі ступенем посттравматичного стресового розладу у військовослужбовців. Зб. тез доповідей 4-ї Всеукр. наук.-практ. конф. «Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми та перспективи», 7–8.09.2017. С. 216–217.
12. Борейко М.Г., Чайковський І.А. Оцінка больового синдрому на основі аналізу варіабельності ритму серця. Там само. С. 215–216.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАБИНЕТОВ ВРАЧА-КАРДИОЛОГА И ПАЦИЕНТА

Рассмотрены требования к телемедицинской системе анализа и отображения кардиологических сигналов. Предложена архитектура и программно-аппаратная реализация такой системы. Разработана телемедицинская система электронных кабинетов врача-кардиолога и пациента. Система осуществляет регистрацию, обработку и накопление ЭКГ сигналов и вариабельности сердечного ритма пациентов и их визуализацию с помощью удобного веб-приложения. Сегодня система тестируется на сайте компании Cardiolyse.

Ключевые слова: телемедицинские системы, архитектура клиент-сервер, медицинские гаджеты, электрокардиография, вариабельность ритма сердца.

DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE AND SOFTWARE REALIZATION OF ELECTRONIC CABINETS OF THE DOCTOR-CARDIOLOGIST AND PATIENT

Requirements for the telemedicine system of analysis and visualization of cardiological signals are considered. Architecture and software-hardware realization of such system are proposed. The telemedicine system of electronic cabinets of a doctor-cardiologist and patient have been developed. The system carries out the registration, processing and accumulation of ECG signals and heart rate variability of patients and their visualization by convenient web-application. Today the system is being tested at site of company Cardiolyse.

Key words: telemedicine systems, client-server architecture, medical gadgets, electrocardiography, heart rate variability.