

Научная статья
УДК 004.9
DOI 10.35266/1999-7604-2024-1-2

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Дмитрий Константинович Берестин^{1✉}, Сергей Илишатович Хусаинов²

^{1,2}Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

¹berestin_dk@surgu.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-3977-3281>

²khusainov@edu.surgu.ru

Аннотация. В данной работе представлена модель системы, которая позволяет отслеживать положение позвоночника пользователя, собирать статистику по его осанке, анализировать ее с помощью нейросети и предлагать пользователю индивидуальные рекомендации по подбору упражнений для коррекции осанки. В статье внимание уделяется мобильному приложению, потому что это удобно с точки зрения использования устройства и упрощает процесс разработки. В результате были определены и описаны требования к структуре и функционированию системы.

Ключевые слова: мобильное приложение, положение позвоночника, нейросеть

Для цитирования: Берестин Д. К., Хусаинов С. И. Модель системы мониторинга положения позвоночника // Вестник кибернетики. 2024. Т. 23, № 1. С. 17–22. DOI 10.35266/1999-7604-2024-1-2.

Original article

A MODEL OF A SPINE POSITION MONITORING SYSTEM

Dmitry K. Berestin^{1✉}, Sergey I. Khusainov²

^{1,2}Surgut State University, Surgut, Russia

¹berestin_dk@surgu.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-3977-3281>

²khusainov@edu.surgu.ru

Abstract. The article presents a model of a spine position monitoring system that can gather posture statistics, analyze them using neural networks, and provide the user with personalized posture training instructions. The study focuses on a mobile app as it is user-friendly and simplifies system development. As a result, the requirements for the system's structure and operation were identified and described.

Keywords: mobile app, spine position, neural network

For citation: Berestin D. K., Khusainov S. I. A model of a spine position monitoring system. *Proceedings in Cybernetics*. 2024;23(1):17–22. DOI 10.35266/1999-7604-2024-1-2.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно медицинской статистике, заболеваемость позвоночника растет из года в год. По оценке различных специалистов, около 85 % взрослого населения сталкивается с различными видами заболеваний позвоночника, к примеру остеохондрозом. В настоящее время заболевания позвоночника возникают в наиболее трудоспособном возрасте – 25–35 лет [1]. При этом сейчас по статистике бо-

лезни позвоночника затрагивают и детское население. Это происходит в связи с тем, что с детства отсутствует спортивное и гигиеническое воспитание. Если заболевания позвоночника вовремя не обнаружить, то их последствия могут быть очень тяжелыми [2].

Разрабатываемая модель устройства и системы контроля и сбора информации будет представлять собой корсет, на котором размещены электронные датчики. Они, в свою

очередь, собирают информацию о положении позвоночника пользователя, а также вибрацией напоминают о нарушении положения. При этом предполагается возможность использования нейросетевых технологий для обработки данных о положении позвоночника, используя информацию с датчиков на корсете. В представленной исследовательской работе большую часть предполагается уделить мобильному приложению, потому что это удобно с точки зрения использования устройства.

Целью данного исследования является разработка технического устройства и мобильного приложения для сбора информации о положении позвоночника пользователя.

Актуальность данной темы исследования заключается в том, что современный образ жизни и массовое использование персональных компьютеров в жизни общества значительно увеличивает риск развития различных заболеваний позвоночника и околопозвоночных соединительных тканей [3]. Эти заболевания могут приводить к хроническим болям, ограничению подвижности, нарушению работы внутренних органов и инвалидности. В связи с этим необходимо разрабатывать новые эффективные методы, которые будут направлены на профилактику и коррекцию позвоночника. Предполагается, что разрабатываемое устройство в дальнейшем возможно использовать для раннего выявления нарушений осанки и формирования правильной позы. Предполагается, что данное устройство возможно к использованию детьми, подростками, а также взрослыми, при этом данное устройство будет особенно полезно людям, которые большую часть времени ведут малоподвижный образ жизни или склонны к заболеваниям позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разрабатываемая система предназначена для коррекции осанки. Предполагается, что она будет помогать формированию правильной позы пользователей. На нарушение осанки у людей чаще всего влияют такие факторы,

как сидячий образ жизни, неправильное расположение рабочего места, недостаток физической активности, стресс, депрессия и др. Все это вместе взятое может привести к нарушению баланса между мышцами – сгибателями и разгибателями позвоночника, усилению или сглаживанию физиологических изгибов спины, ущемлению нервных корешков и сосудов. В результате человек может испытывать хронические боли в спине, шее, голове, ограничение подвижности и различных других функций [4].

Разрабатываемое устройство и система будут представлять собой интеллектуальное устройство, которое анализирует положение спины пользователя с помощью электронных датчиков и обратной связи – вибраций или звукового сигнала. В результате пользователь будет знать свою позу, корректировать ее в соответствии с получаемой обратной связью от системы и поддерживать оптимальное положение. При этом предполагается, что система будет собирать информацию о положении спины пользователя и передавать ее в мобильное приложение. Планируется, что в дальнейшем система будет использовать нейросетевые технологии для обработки данных о положении позвоночника, получаемых с датчиков, а также будет рекомендовать упражнения для укрепления мышц спины и регистрировать процесс их выполнения и изменения осанки пользователя.

Разрабатываемая модель должна выполнять функции обработки, хранения информации и оповещения пользователя системы. При разработке модели системы были определены следующие функциональные требования [5]:

- система должна подключаться к устройству с датчиками положения через Bluetooth и получать данные о позе пользователя в реальном времени;
- система должна анализировать данные о позе пользователя и определять наличие или отсутствие нарушений осанки, таких как сутулость, сколиоз, кифоз и другие;
- система должна информировать пользователя о его позе и прогрессе коррекции осанки с помощью графиков, диаграмм, ин-

дикаторов и текстовых сообщений на экране мобильного устройства;

- система должна предлагать пользователю индивидуальную программу подбора упражнений для улучшения осанки, основанную на данных с датчиков и целях и физических атрибутах пользователя;

- система должна демонстрировать упражнения с помощью видео, анимации или изображений и контролировать их правильное выполнение с помощью датчиков;

- система должна давать пользователю советы по правильной организации рабочего места, а также напоминать о необходимости делать перерывы и растяжку в течение дня;

- система должна учитывать данные об активности пользователя при анализе его позы и подборе упражнений.

Система на вход получает данные от пользователя о его персональных физических параметрах и данные с датчиков о положении тела.

Выходными данными системы является статистика положений тела, переработанная и подвергнутая относительной оценке в процентах от нормы, классифицированная по видам нарушений позвоночника, и комплекс

упражнений, подходящих для следующей тренировки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Была спроектирована модель работы системы и функции пользователя, которые отображены в виде Use Case диаграммы. Она представлена на рисунке, отражающем отношения между акторами и прецедентами, и является составной частью модели прецедентов, позволяющей описать систему на концептуальном уровне [6].

В результате предполагается следующий способ функционирования. Пользователь заполняет данные профиля, надевает устройство, производит первичную настройку, после чего устройство начинает сбор статистики и передачу ее в мобильное приложение. Приложение проанализирует данные профиля и статистику положений и подберет программу упражнений.

При разработке модели системы мониторинга положения позвоночника были рассмотрены следующие возможные прецеденты [7, 8].

Название прецедента: Подбор физических упражнений.

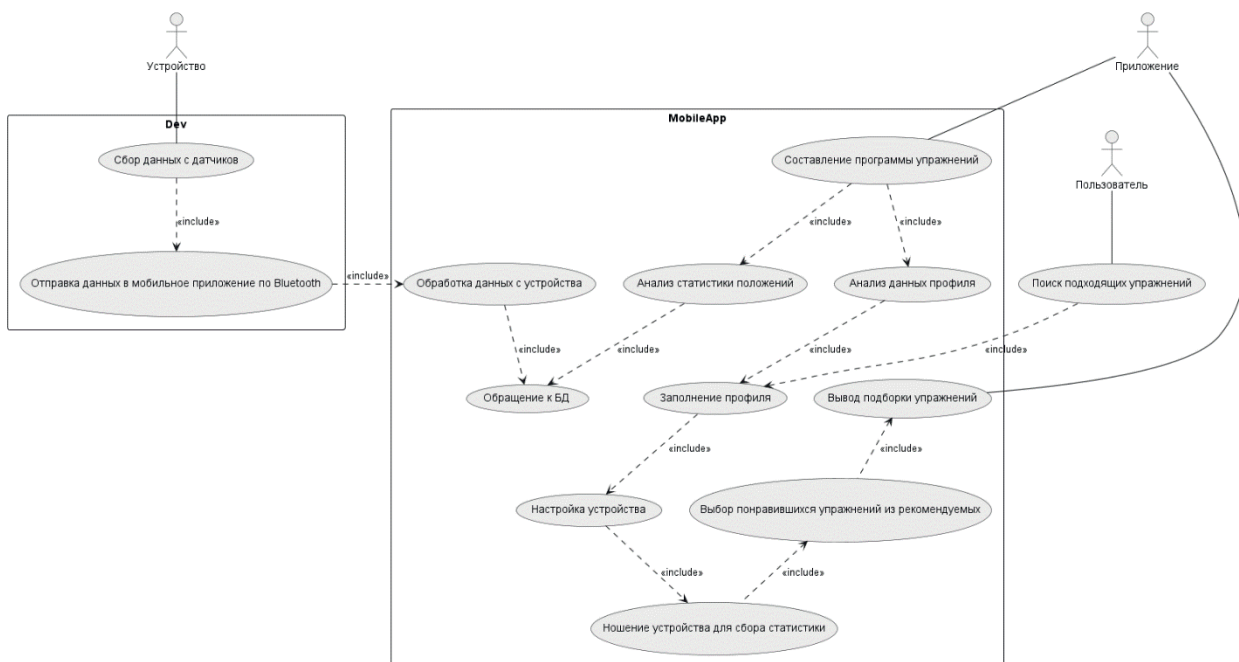


Рисунок. Use Case диаграмма модели мониторинга положения позвоночника

Примечание: составлено авторами.

Заинтересованные лица и требования:

Пользователь: хочет получить рекомендации по физическим упражнениям, которые будут соответствовать его заболеванию, весу, росту, возрасту и уровню подготовки.

Система: должна обрабатывать данные от датчиков положения (анализировать статистику) и состояние пользователя (использовать анкету профиля пользователя), использовать модуль для подбора оптимальных упражнений и отображать их на мобильном приложении.

Предусловия:

1. Пользователь носил корсет с датчиками положения какое-то время и собрана статистика положений.

2. Пользователь заполнил анкету с данными о своем заболевании, весе, росте, возрасте и уровне подготовки.

Постусловия:

1. Пользователь получил список рекомендованных упражнений на мобильном приложении.

2. Система сохранила данные о выборе пользователя и его прогрессе.

Основной успешный сценарий:

1. Пользователь открывает мобильное приложение и выбирает опцию «Подбор упражнений».

2. Система запрашивает данные от датчиков положения и анализирует текущее состояние пользователя.

3. Система использует модуль экспертной системы для первичного подбора оптимальных упражнений для пользователя на основе данных его профиля и нейросеть для второго уровня выборки на основе статистики.

4. Система отображает список рекомендованных упражнений на мобильном приложении с инструкциями и иллюстрациями.

5. Пользователь просматривает список упражнений и выбирает те, которые ему подходят или интересны.

6. Система сохраняет данные о выборе пользователя и его прогрессе.

Альтернативный неуспешный сценарий:

1. Пользователь открывает мобильное приложение и выбирает опцию «Подбор упражнений».

2. Система не может получить данные от датчиков положения из-за проблем с подключением или батареей.

3. Система сообщает пользователю об ошибке и предлагает повторить попытку или использовать режим без датчиков.

4. Пользователь выбирает «повторить попытку» или «использовать режим без датчиков».

5. Если пользователь выбрал «повторить попытку», то сценарий продолжается с шага 2. Если пользователь выбрал режим без датчиков, то сценарий продолжается с шага 3 основного успешного сценария.

Сценарий с недостоверной информацией:

1. Пользователь открывает мобильное приложение и выбирает опцию «Подбор упражнений».

2. Система запрашивает данные от датчиков положения и анализирует текущее состояние пользователя.

3. Система обнаруживает, что данные от датчиков положения не валидируются, возможно, пользователь неправильно использует устройство.

4. Система сообщает пользователю о несоответствии данных и предлагает проверить крепления.

5. Пользователь проверяет крепления датчиков и исправляет их положение или отказывается от этого.

6. Система повторно запрашивает данные от датчиков положения и анализирует текущее состояние пользователя.

7. Если данные от датчиков положения валидируются, то система использует для подбора оптимальных упражнений для пользователя его данные и статистику.

8. Если данные от датчиков положения не валидируются, то система предупреждает пользователя о рисках использования неверных рекомендаций и предлагает продолжить без датчиков или завершить сеанс.

9. Пользователь выбирает «продолжить без датчиков» или «завершить сеанс».

10. Если пользователь выбрал «продолжить без датчиков», то система использует нейросеть для подбора оптимальных упражнений для пользователя на основе его данных из анкеты и статистики.

11. Если пользователь выбрал «завершить сеанс», то система закрывает мобильное приложение.

Предлагаемый интерфейс моделируемой системы положения позвоночника состоит из следующих компонентов: при первом открытии приложения пользователь видит окно авторизации, где ему предлагают создать аккаунт, войти с аккаунтом Google или уже существующим аккаунтом. Второе окно, которое видит пользователь после регистрации, – окно заполнения данных о пользователе. Пользователю предлагается ввести пол, дату рождения, вес, рост, уровень подготовки и заболевание (если есть). После заполнения профиля пользователь может открыть экран тренировки, чтобы увидеть предлагаемые упражнения. С этого экрана, нажав на упражнение, можно получить инструкции по технике выполнения основных базовых упражне-

ний. Отдельным пунктом будет показан экран статистики положений позвоночника пользователя, где будет показана правильность положения позвоночника в виде условной оценки в процентах от идеальной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования была рассмотрена предметная область физической реабилитации пациентов с заболеваниями позвоночника, проведен обзор аналогов устройств – корректоров осанки, представленных уже существующими системами и программными решениями. В результате были определены и описаны требования к структуре и функционированию системы и к видам обеспечения: информационному, программному, техническому. Были реализованы следующие диаграммы: модель предметной области в нотации UML, диаграмма бизнес-процессов в нотации BPMN, диаграмма вариантов использования Use Case. Данные диаграммы отражают архитектуру модели системы и требования к программному обеспечению. В данной публикации представлена модель только Use Case диаграммы.

Список источников

1. Бубновский С. М. Остеохондроз – не приговор! М. : Эксмо, 2023. 192 с.
2. Мищенко И. А., Черных С. В. Специальные физические упражнения в коррекции мышечного дисбаланса у девочек 7–8 лет с асимметричной осанкой и сколиозом // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2023. № 1. С. 334–338.
3. Русинова И. И., Батуева А. Э. Способ коррекции мышечного дисбаланса у детей с нарушением осанки и сколиозом 1 и 2 степени : патент 2387467C1 Рос. Федерация. № 2008145512/14 ; заявл. 18.11.2008 ; опубл. 27.04.2010. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2387467C1_20100427.pdf (дата обращения: 15.02.2024).
4. Норкин И. А. Способ лечения и профилактики сколиоза : патент 2309776C2 Рос. Федерация. № 2006100727/14 ; заявл. от 10.01.2006 ; опубл. 10.11.2007. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002309776_20071110_C2_RU/?ysclid=ls mugrij4495487074 (дата обращения: 15.02.2024).

References

1. Bubnovsky S. M. Osteokhondroz – ne prigovor! Moscow: Eksmo; 2023. 192 p.
2. Mishchenko I. A., Chernykh S. V. Special physical exercises for the correction of muscle imbalance in girls 7–8 years old with asymmetric posture and scoliosis. *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta*. 2023;(1):334–338. (In Russian).
3. Rusinova I. I., Batueva A. E. Method for correction of muscular imbalance in children with fault in posture and scoliosis 1 and 2 degree. RU patent 2387467C1 No. 2008145512/14, filed November 18, 2008, issued April 27, 2010. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2387467C1_20100427.pdf (accessed: 15.02.2024). (In Russian).
4. Norkin I. A. Method for treating and preventing scoliosis. RU patent 2309776C2 No. 2006100727/14, filed January 10, 2006, issued November 10, 2007. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002309776_20071110_C2_RU/?ysclid=ls mugrij4495487074 (accessed: 15.02.2024). (In Russian).

5. Лысенко В. А., Корзина М. И., Бачурин И. В. Системное проектирование информационных систем с веб-интерфейсом : моногр. Архангельск : САФУ, 2016. 128 с.
6. Янушко В. В., Еркин С. Н. Построение схемы процесса автоматизации проектирования изделия на базе UML (Use Case) диаграммы // Известия ЮФУ. Технические наук. 2009. № 12. С. 64–71.
7. Гусев А. А. Использование диаграммы прецедентов для проектирования информационной системы «Интересный маршрут» // Молодой исследователь Дона. 2018. № 3. С. 48–52.
8. Остроух А. В., Суркова Н. Е. Проектирование информационных систем : моногр. СПб. : Лань, 2019. 164 с.
5. Lysenko V. A., Korzina M. I., Bachurin I. V. Sistemnoe proektirovanie informatsionnykh sistem s veb-interfeisom. Monograph. Arkhangelsk: NArFU; 2016. 128 p. (In Russian).
6. Yanushko V. V., Erkin S. N. Construction of the process automation product design based on UML (Use Case) diagrams. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*. 2009;(12):64–71. (In Russian).
7. Gusev A. A. Use of precedents diagram to design “interesting route” information system. *Molodoi issledovatel Dona*. 2018;(3):48–52. (In Russian).
8. Ostroukh A. V., Surkova N. E. Proektirovanie informatsionnykh sistem. Monograph. St. Petersburg: Lan; 2019. 164 p. (In Russian).

Информация об авторах

Д. К. Берестин – кандидат физико-математических наук, доцент.

С. И. Хусаинов – магистрант.

Information about the authors

D. K. Berestin – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent.

S. I. Khusainov – Master’s Degree Student.