

МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДИСФУНКЦИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

Смык М. Н., Живицкий И. А.

Факультет компьютерного проектирования, Кафедра электронной техники и технологий,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: smykmiha@gmail.com

В тезисах рассмотрено спроектированное мобильное устройство для диагностики дисфункций опорно-двигательного аппарата человека и его актуальность. Описаны нарушения, которые устройство поможет диагностировать. Описаны задачи и цели устройства и его функционал. Рассмотрен принцип работы, а также отличительные черты данного устройства от аналогов. Описана программная составляющая устройства.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день примерно 1,71 млрд. человек в мире страдают от нарушений и болезней костно-мышечной системы. Данные нарушения и болезни значительно ограничивают подвижность и моторику человека, приводя к преждевременному прекращению его трудовой деятельности, а также к сокращению возможностей для участия в жизни общества. Нарушения и болезни опорно-двигательного аппарата варьируются в широком диапазоне и занимают ведущее место среди факторов инвалидности в мире (17 процентов от общего количества инвалидностей, вызванных теми или иными заболеваниями).[1] Диагностика данных заболеваний является одной из наиболее приоритетных задач, так как своевременная диагностика, терапия и лечение позволяют замедлить и даже устранить нарушения на ранних этапах. Целями разрабатываемого устройства являются:

1. упрощение диагностики нарушений опорно-двигательного аппарата;
2. увеличение доступности проведения диагностики как в медицинских учреждениях, так и в домашних условиях;
3. расширение функционала уже существующих устройств;
4. увеличение количества исследуемых параметров для детальной диагностики.

I. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Прибор построен по принципу стабилметрической платформы, которая служит для анализа способности человека управлять позой тела и обеспечения биологической обратной связи по опорной реакции. Принцип действия разрабатываемого устройства основан на измерении вертикальных сил, прилагаемых к силоизмерительным датчикам и возникающих в результате размещения исследуемого объекта на опорной поверхности платформы, вычисления массы объекта и координат точки приложения равнодействующей силы, воздействующей со стороны объекта на

опорную поверхность платформы общего центра давления. Стабилометрия – это широкий спектр методических приемов, заключающихся в измерении координат центра давления, создаваемого человеком на плоскость опоры, в определенных условиях за определенный период времени, с целью количественной оценки двигательных возможностей или с целью создания биологической обратной связи по опорной реакции для реабилитационных или тренировочных упражнений.[2] С помощью исследований, проводимых на стабилметрической платформе, можно выявить такие функциональные нарушения и заболевания, как:

1. нарушения, связанные с заболеваниями позвоночника, нервной и вестибулярной системы;
2. дисфункция голеностопных суставов и опороспособности конечностей;
3. посттравматический и послеоперационный дисбаланс при сколиозах.

II. ОБЗОР УСТРОЙСТВА

Устройство состоит из двух платформ, каждая из которых расположена на четырех чувствительных тензодатчиках. Каждая платформа может работать независимо от другой. Тензодатчики подключены по отдельности, что позволяет обрабатывать данные с каждого из них, позволяя построить картину усилий, добиться большей точности и возможности последующей калибровки.



Рис. 1 – Тензодатчик

Конструкция устройства позволяет добиться более точных данных и отслеживать показание по каждой из конечностей. Исходя из усовершенствований конструкции устройства, улучшается не

только точность измерений, но и появляется возможность по добавлению новых функций и усовершенствованию главной части любого устройства, а именно программного обеспечение.

Устройство предполагает работу в нескольких режимах:

1. определение разности воздействий на каждую из платформ;
2. определение распределения воздействия на каждый тензодатчик;
3. определение стороны платформ, на которую приходится большее воздействие;
4. определение веса пользователя.

Для работы устройства необходимо использовать мобильное приложение, в котором будет возможным переключение режимов работы, просмотр визуально-простых изображений, отображающих результат, а также сохранение результатов предыдущих измерений и их сравнение между собой. Это позволит выявлять не только появление заболевания, но и отслеживать динамику развития дисфункций опорно-двигательного аппарата человека на разных стадиях заболевания.[3–4]

Для данного устройства было разработано программное обеспечение со следующей структурой: в процессе загрузки, пользователь имеет возможность отсканировать QR-код, что позволяет перейти в группу, предоставляющую полезные советы по питанию и рекомендации по упражнениям для поддержания нормальной координации движений. В то же время инициализируются микросхемы HX711. После загрузки, пользователю предлагается нажать на любое место на экране для запуска базовой программы устройства. Базовая программа представляет собой экран, отображающий информацию о весе пользователя. Если пользователь активирует модуль Bluetooth на устройстве (путем нажатия соответствующего значка на экране, который при этом меняет цвет на зеленый), информация о его весе передается по Bluetooth на Android-устройство для построения зависимостей и анализа полученных данных. В Android-приложении пользователь также должен зарегистрироваться, указав свой пол, рост и возраст. Результаты анализа выводятся на экран смартфона.

При рассмотрении основных режимов работы устройства стоит отметить возможность переключения между ними, как при помощи сенсорного экрана самого устройства, так и с использованием передачи соответствующего сигнала по Bluetooth с Android-устройства. Режим считывания показаний с 8 тензодатчиков представляет собой экран с нумерацией датчиков, оформленной в формате "L1, R2 где L1 соответствует верхнему левому датчику на пластине, расположенной слева, а R2 – правому верхнему датчику на пластине справа. Нумерация начинается с левого верхнего

угла и следует по часовой стрелке. Если пользователь включил модуль Bluetooth, данные с датчиков передаются на Android-устройство для последующего анализа.

Следующий режим – считывание данных с одной платформы. Для начала пользователю предлагается встать на одну из платформ. Программное обеспечение автоматически определяет, на какой платформе находится пользователь, и указывает на это, помечая ее как "L" или "R". Дальнейший механизм работы аналогичен режиму считывания данных с 8 тензодатчиков, за исключением того, что в этом режиме на экране устройства визуализируется давление в режиме реального времени. На экране появляется условное изображение платформы с обозначением датчиков по углам. Если нагрузка на один из датчиков значительно выше, чем на других, то он окрашивается в желтый цвет, в противном случае все датчики окрашиваются в синий цвет. Если различий в нагрузке нет или они незначительны, то все датчики окрашиваются в зеленый цвет.[5–7]

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы было сконструировано изделие – мобильное устройство для диагностики дисфункций опорно-двигательного аппарата человека, действие которого опирается на принципы стабилотрии, свойства тензодатчиков при действии на них сил тяжести. Устройство предназначено для личного использования. Оно призвано помочь следить за состоянием опорно-двигательного аппарата и в случае отклонений обратиться к специалисту.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Функциональная диагностика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://posturology.ru/functdiagnost/stabilometriya.php>. –Дата доступа:19.10.2023.
2. Стабилотрическое исследование: краткое руководство / Д. В. Скворцов – М.: Маска, 2010. – 172 с.
3. Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты / О. О. Кубряк [и др.]. –М. : Маска, 2015. – 126 с.
4. Электронные весы на базе HX711 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cxem.net/mc/mc416.php>. – Дата доступа: 11.09.2023.
5. Description of STM32F4 HAL and low-layer drivers [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.st.com/resource/en/usermanual/um1725description.of.stm32.pdf>. –Дата доступа: 11.09.2023.
6. HX711–STM32–Library [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://github.com/PCov3r/HX711--STM32--Library>. – Дата доступа: 11.09.2023.
7. ILI9341–16bi–FSMC–stm32f407–touch–servo [Электронный ресурс] – <https://github.com/offpic/ILI9341--16bit--FSMC--stm32f407--touch--servo>. – Дата доступа: 11.09.2023.