



8. Yan, Y., Zhu, J., Duda, M., Solarz, E., Sripada, C., Koutra, D. (2019) Groupinn: Grouping-based interpretable neural network for classification of limited, noisy brain data. In: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD 19, 772-782, New York, NY, USA.

9. Wang, M., Zhang, D., Huang, J. Shen, D., Liu, M. (2018) Low-rank representation for multi-center autism spectrum disorder identification. In Frangi, A.F., Schnabel, J.A., Davatzikos, C., Alberola-Lopez, C., Fichtinger, G. (eds.) (2018) Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2018, 647–654, Springer.

10. Lapuschkin, S., Waldchen, S., Binder, A., Montavon, G., Samek, W. Muller, K.-R. (2019) Unmasking clever hans predictors and assessing what machines really learn. Nature Communications, 10(1):1096.

11. Skolarikos, A., Neisius, A., Petřík, F., Somani, B. et al. (2022) EAU Guidelines on urolithiasis, URL: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>

Д.И. Прусс, Е.П. Рябова, М.И. Сафронов, А.В. Кузьмин

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СИГНАЛОВ АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

(Пензенский государственный университет)

В последние годы акселерометры были предложены в качестве точных и чувствительных инструментов для оценки моделей движения, интенсивности физической активности, поведения в повседневной жизни и сна у здоровых и инвалидов групп населения.

Устройства на основе акселерометра, такие как умные часы и умные браслеты, становятся все более популярными. Носимые устройства на основе акселерометра обычно используются для самостоятельного мониторинга физических упражнений и могут быть полезны для наблюдения за восстановлением дома после выписки из больницы. Этот тип технологии все чаще внедряется для исследования заболеваний с нарушением подвижности, включая нервно-мышечные расстройства.

Носимые устройства на основе акселерометра могут по-разному располагаться на теле, например, на лодыжках, талии, запястьях и т.д. Чаще всего располагают на запястьях. Акселерометры, носимые на запястье, часто применяются для оценки физической активности. Они часто встраиваются в фитнес-трекеры и используются для подсчета количества шагов, но применение соответствующих подходов к обработке исходных данных позволяет получать различную информацию о физической активности человека [1].

Одним из важнейших и, потенциально, перспективных направлений в данной области является совместное использование носимого датчика ЭКГ и акселерометра. Задача долговременного мониторинга ЭКГ с использованием



носимого устройства сопряжена с необходимостью анализировать сопутствующие факторы, влияющие на регистрируемый сигнал [2, 3]. Одновременная регистрация ЭКГ и данных акселерометра позволит соотносить данные электрической активности сердца и физической активности человека. Для решения данной задачи необходимо устройство, в данном случае часы со встроенным трехосевым акселерометром, который будет получать данные о положении в пространстве по осям X, Y и Z.

В подобных исследованиях одной из важнейших характеристик является частота дискретизации сигнала, получаемого с носимого акселерометра. Этот параметр определяет точность результатов мониторинга. В основном используются частоты в диапазоне от 40 до 100 Гц в зависимости от используемого прибора и целей исследования. Так в исследовании, направленном на изучение физической активности среди госпитализированных пожилых людей [4], уровни физической активности измерялись с помощью двухосевого и трехосевого акселерометров, последний работал с частотой дискретизации 100 Гц. В исследовании, направленном на выявление симптомов болезни Паркинсона с помощью носимых датчиков [5], сравнивалась производительность модели при использовании различных типов датчиков (акселерометра и/или гироскопа) и различной частоты дискретизации данных (до 62,5 Гц). Умные часы, используемые в исследованиях, записывали данные трехосевого акселерометра с использованием фреймворка ResearchKit со средней частотой 50 Гц.

Для работы с часами требуется мобильное приложение, которое осуществляет подключение, обработку, сбор и запись информации с трехосевого акселерометра. Для работы данного приложения необходимо мобильное устройство на операционной системе Android. Так же необходимо чтобы к часам с акселерометром можно было подключаться по беспроводному соединению Bluetooth.

Для сбора базы данных используется мобильное приложение для получения данных о физической активности человека с трехосевого акселерометра. В нем кроме поиска устройства и подключения к нему, присутствует поле для ввода имени пользователя, пункты видов физической активности и кнопка для остановки записи после окончания деятельности, так же для удобства в программе присутствуют часы (см. рисунок 1).

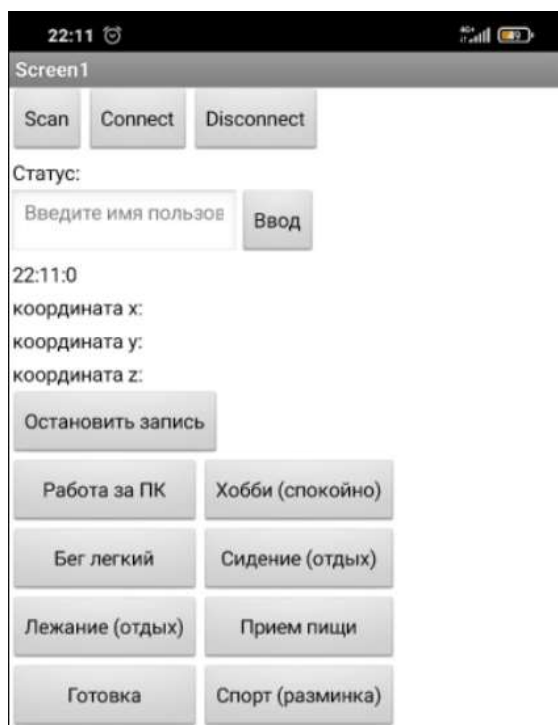


Рис. 1. Интерфейс мобильного приложения

Запись происходит при нажатии на одну из кнопок с обозначенным видом активности. После нажатия приложение создает папку по пути `Android\data\appinventor.ai_daniilpruss0.mmmhh\files\app`, так же для удобства останавливаются встроенные в приложение часы для того, чтобы пользователь знал во сколько началась запись. В создаваемую папку сохраняются файлы с данными, сам файл выглядит так “его имя (время начала записи, имя пользователя, вид физической активности).txt”. Внутри данные хранятся в CSV формате, этот формат является очень удобным при обработке. Для прекращения записи нажимается кнопка “остановить запись”, запись останавливается и часы продолжают показывать время. Так в момент, когда ведется запись и когда она остановлена (не ведется) на экране показываются данные получаемые с трехосевого акселерометра по трем координатам X, Y, Z.

Благодаря данной программе были получены значения физической активности двух человек, причем информация снималась как с левой, так и с правой руки. В общей сложности было сделано 32 записи. Для анализа полученных данных в программном обеспечении Octave были построены графики сигналов, соответствующих физической активности пользователей. Так на рисунке 2 изображены графики для одного пользователя (часы с акселерометром находились на левой руке). Из анализа графиков видно, что запись велась во время спокойного состояния рисунок 2а и активных физических действий рисунок 2б. На рисунке 2б видно, что выполнялись действия с одинаковой амплитудой. На данных рисунках изображены состояние покоя (человек находился в лежачем состоянии) и ускорение движения левой руки при легком беге.

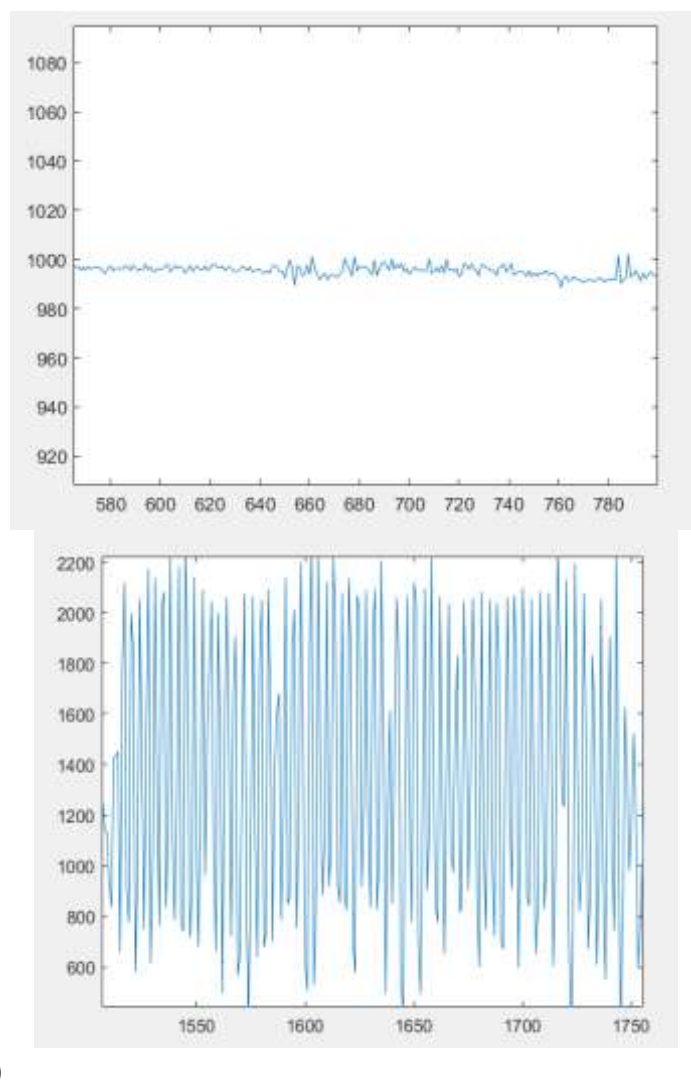


Рис. 2. Графики сигналов акселерометра при различных видах физической активности (по оси абсцисс – номер отсчета, по оси ординат – амплитуда, $g \times 10^{-3}$): а) отдых б) легкий бег.

Сравнительный анализ собранных данных с использованием амплитудно-временных и других методов, позволит выявить характерные признаки, которые будут впоследствии использованы для автоматизированного определения типа и уровня физической активности как самостоятельно, так и в составе системы мониторинга электрической активности сердца. Так мониторинг и анализ физической активности человека открывает широкие возможности в научных исследованиях, в медицинских приложениях и в повседневной жизни при мониторинге совместно с ЭКГ или автономно.

Литература

1. G. M. Weiss, K. Yoneda and T. Hayajneh, "Smartphone and Smartwatch-Based Biometrics Using Activities of Daily Living," in IEEE Access, vol. 7, pp. 133190-133202, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2940729.



2. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis / M. Safronov, A. Kuzmin, O. Bodin [et al.] // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – No 24. – P. 375-380. – DOI 10.23919/FRUCT.2019.8711944.

3. Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ / М. И. Сафронов, А. В. Кузьмин, О. Н. Бодин [и др.] // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3(35). – С. 118-128. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-10.

4. Lim, S.E.R., Dodds, R., Bacon, D. et al. Physical activity among hospitalised older people: insights from upper and lower limb accelerometry. *Aging Clin Exp Res* 30, 1363–1369 (2018) <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0930-0>

5. Shawen, N., O'Brien, M.K., Venkatesan, S. et al. Role of data measurement characteristics in the accurate detection of Parkinson's disease symptoms using wearable sensors. *J NeuroEngineering Rehabil* 17, 52 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00684-4>

В. Д. Салтановский, В. И. Кутняков

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский государственный технический университет)

За последние два года система здравоохранения РФ подверглась огромному давлению. Пандемия позволила обнаружить многие недостатки существующей системы, а также “проверила” ее на стрессоустойчивость и способность обслуживать пациентов в экстренных ситуациях. Огромные очереди в поликлиниках вызывают у пациента страх не только из-за долго времени ожидания своей очереди, но и из-за большого числа других заразных больных.

В век информационных технологий интернет становится средством, с помощью которого можно сделать все, что угодно, однако если речь заходит о здравоохранении, то мы ограничиваемся лишь дистанционной записью к врачу.

Система диагностики заболеваний позволит разгрузить систему здравоохранения, исключить неправильные диагнозы, предупредить врачебную халатность и тем самым повысить уровень жизни населения.

Алгоритм работы с системой

“Healthy” позволяет пациенту заполнить дома специальную анкету в онлайн форме, ответив на вопросы о своем самочувствии. Результаты опроса (рис. 1) обрабатываются специально обученной нейронной сетью, которая ставит пациенту предварительный диагноз. Затем результаты опроса с поставленным предварительным диагнозом отправляются на компьютер врача-терапевта по сети Интернет. На основе полученных данных врач принимает решение о