

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭССЕНЦИАЛЬНОГО И КИНЕТИЧЕСКОГО ТРЕМОРА РУК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МАССИВА ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Солнцев Н.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Давыдов М.В. – канд. тех. наук, доцент, первый проректор БГУИР,
Чураков А.В. – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ*

Аннотация. Анализ эссенциального и кинетического тремора рук с помощью акселерометра в мобильном устройстве и машинного обучения представляет собой новый подход к диагностике и мониторингу проводимой терапии этого расстройства. Созданное программное приложение позволяет записывать данные о движении руки, собранные с помощью акселерометра на мобильном устройстве, передавать их нейросети для анализа и определения наличия и выраженности тремора. Пользователи могут записывать данные с разными временными промежутками и сравнивать их в разное время, чтобы отслеживать изменения. Это простое и удобное приложение может быть полезно как пациентам, так и медицинским специалистам.

Ключевые слова: тремор рук, акселерометр, мобильное приложение, диагностика, нейросеть.

Введение. Тремор руки является одним из наиболее распространенных симптомов нервных и мышечных заболеваний, таких как болезнь Паркинсона и эссенциальный и кинетический тремор [1]. Этот симптом проявляется в виде произвольных и ритмических колебаний руки, что может приводить к серьезным нарушениям движений и снижению качества повседневной жизни [2]. Для диагностики и лечения таких заболеваний важно точно измерять и анализировать параметры тремора рук, что может быть выполнено с помощью мобильного приложения.

В данной статье приводятся алгоритмы машинного обучения для регистрации и анализа параметров тремора руки в виде мультиплатформенного и мобильного приложения, которое может быть использовано в диагностике и лечении нервных и мышечных заболеваний.

Основная часть. Для разработки приложения был использован метод анализа и обработки данных, полученных с помощью акселерометра, который является устройством для измерения ускорения [3]. Данные были собраны на основе измерения движения руки в трех направлениях, с помощью встроенных в смартфон акселерометра и гироскопа [4]. После сбора и анализа данных они были обработаны с помощью алгоритма машинного обучения, который позволяет определить параметры эссенциального и кинетического тремора рук.

Нейросеть для анализа тремора рук на основании массива данных, собранных с акселерометра, обычно состоит из нескольких компонентов: входного слоя, скрытых слоев и выходного слоя.

Входной слой:

Входной слой нейросети принимает входные данные с акселерометра, которые являются временными рядами, описывающими изменения ускорения в каждой из трех осей во времени. На этом слое происходит предварительная обработка данных, такая как масштабирование или нормализация.

Скрытые слои:

Скрытые слои нейросети состоят из нескольких уровней, каждый из которых содержит несколько нейронов. На этом слое происходит извлечение признаков из входных данных, которые могут использоваться для определения наличия тремора. Для этого используются раз-

личные алгоритмы машинного обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN) или рекуррентные нейронные сети (RNN).

Выходной слой:

Выходной слой нейросети представляет собой единственный слой, который выдает решение о наличии или отсутствии тремора на основе входных данных и извлеченных признаков.

Обучение нейросети происходит на основе размеченных данных, где каждый временной ряд помечен как содержащий тремор или нет. Для этого используются различные методы оптимизации, такие как стохастический градиентный спуск и функции потерь, которые измеряют разницу между выходом нейросети и фактическими метками. Нейросеть обучается на большом количестве таких примеров до достижения определенного уровня точности.

Когда нейросеть будет обучена, она может быть использована для анализа новых данных с акселерометра для определения наличия тремора.

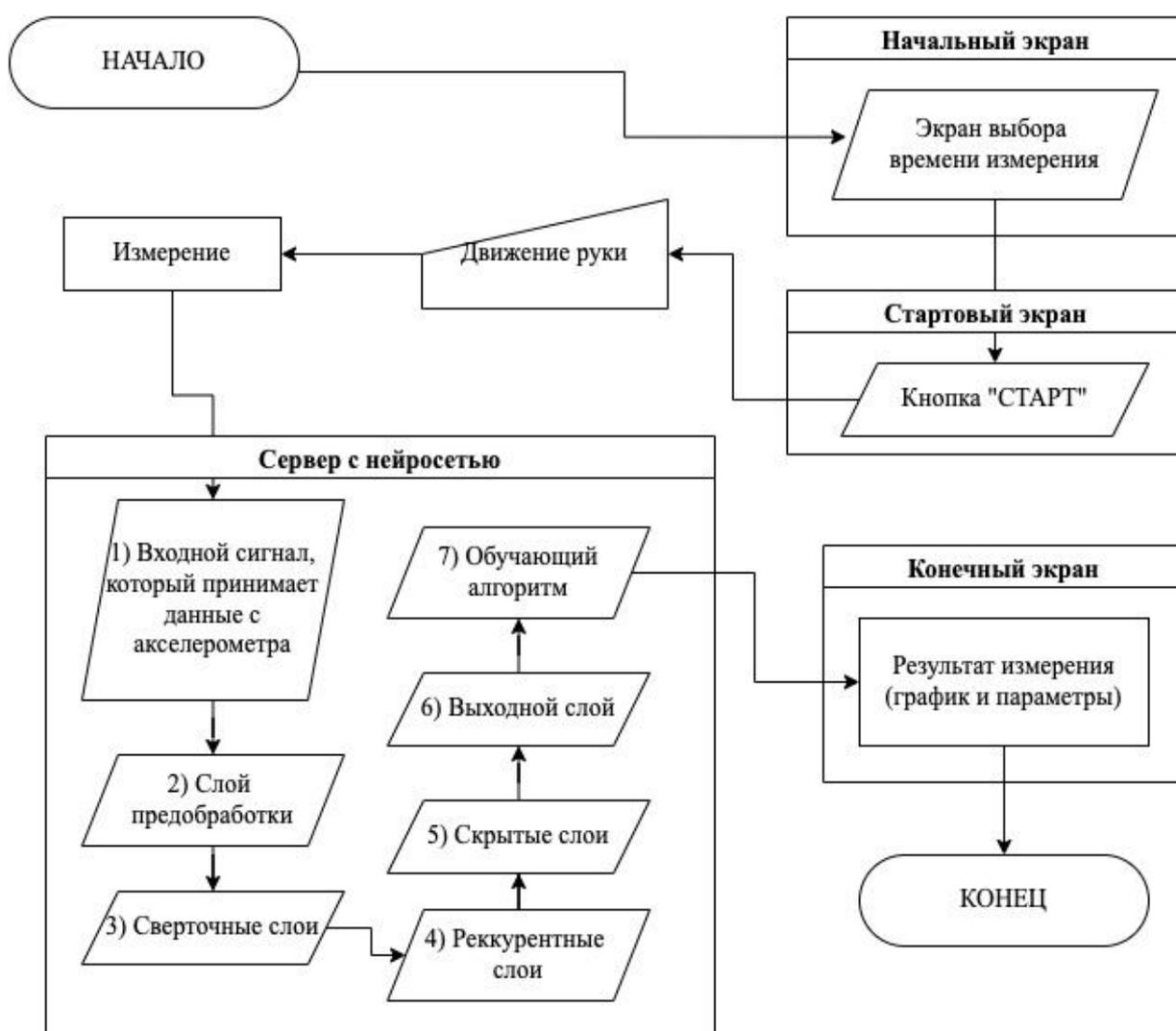


Рисунок 1 – Алгоритм диагностики тремора рук

Заключение. Результатом разработки является мобильное приложение, работающее с операционной системой Android, которое может использоваться для снятия и анализа параметров тремора рук. Приложение использует встроенные в смартфон акселерометр и гироскоп для измерения ускорения руки в трех направлениях и определения параметров тремора.

В приложении также доступны графики, показывающие изменения параметров тремора во времени.

Мобильное приложение для снятия и анализа параметров тремора рук может быть полезным инструментом в диагностике и лечении нервных и мышечных заболеваний. Это приложение может быть использовано в качестве средства мониторинга тремора рук в условиях амбулаторного и клинического лечения и для отслеживания эффективности лечения. Может быть вспомогательным инструментом для ряда специалистов в области неврологии, реабилитации и медицинской экспертизы.

Список литературы

1. Тремор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.msmanuals.com/professional/neurologic-disorders/movement-and-cerebellar-disorders/tremor>. – Дата доступа: 23.03.2022.
2. Современные подходы к диагностике и лечению эссенциального тремора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova-2/2018/6/1199772982018062064>. – Дата доступа: 23.03.2022.
3. Ghassemi NH, Rezvanian E, Lai Y, et al. Automated diagnosis of Parkinson's disease using resting-state accelerometer data. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2016;24(9):1084-1093. doi:10.1109/TNSRE.2016.2534439
4. Тремор: феноменология и способы регистрации / С.А.Лихачёв, В.В.Вацилин, С.К.Дик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bsmu.by/medicaljournal/092d2131e1d0e5c7cb6ce36f24a47f6f/>. – Дата доступа: 23.03.2022.

UDC 616.89

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR DIAGNOSING ESSENTIAL AND KINETIC TREMORS OF HANDS USING MACHINE LEARNING BASED ON ANALYSIS OF ACCELEROMETER DATA

Solntsev N.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydov M.V. – PhD, associate professor, First Vice-Rector

Churakov A.V. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. Analysis of essential and kinetic tremors of the hands using an accelerometer and machine learning represents a new approach to the diagnosis and monitoring of therapy for this disorder. The developed software application allows recording data on hand movement collected using an accelerometer on a mobile device, transmitting it to a neural network for analysis and determining the presence and severity of tremor. Users can record data at different time intervals and compare them at different times to track changes. This simple and convenient application can be useful for both patients and medical professionals.

Keywords: hand tremor, accelerometer, mobile application, diagnosis, neural network.